

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

**ANÁLISE DA MELHORIA DA CONFIABILIDADE DO PROCESSO EM UM  
LABORATÓRIO ÓPTICO POR MEIO DA METODOLOGIA FMEA**

**VANESSA HELLEN RAMALHO GALDINO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**JOÃO PESSOA – PB**

**2018**

VANESSA HELLEN RAMALHO GALDINO

**ANÁLISE DA MELHORIA DA CONFIABILIDADE DO PROCESSO EM UM  
LABORATÓRIO ÓPTICO POR MEIO DA METODOLOGIA FMEA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Bacharelado em  
Engenharia de Produção Mecânica da Universidade  
Federal da Paraíba, em atendimento as exigências  
para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia de  
Produção Mecânica.

Orientador MSc. Jailson Ribeiro de Oliveira

JOÃO PESSOA – PB

2018

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

G149a Galdino, Vanessa Hellen Ramalho.

Análise da melhoria da confiabilidade do processo em um  
laboratório óptico por meio da metodologia FMEA /  
Vanessa Hellen Ramalho Galdino. – João Pessoa, 2018.  
123 f.

Monografia (Graduação) – UFPB/DEP.

1. Confiabilidade do processo. 2. Melhoria de processo.  
3. FMEA. 4. Laboratório óptico. I. Título

UFPB/BC

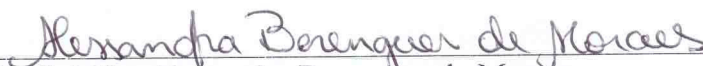
**ANÁLISE DA MELHORIA DA CONFIABILIDADE DO PROCESSO EM UM  
LABORATÓRIO ÓPTICO POR MEIO DA METODOLOGIA FMEA**

**Trabalho de Conclusão de Curso** submetido à Coordenação de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de **Bacharel em Engenharia de Produção Mecânica**, defendido em **06/06/2018**, em João Pessoa/PB, obtendo o conceito **APROVADO**, sob avaliação da banca examinadora a seguir:



---

Prof<sup>o</sup>. MSc. Jailson Ribeiro de Oliveira  
Orientador – UFPB/ CT/ DEP



---

Prof<sup>a</sup>. MSc. Alessandra Berenguer de Moraes  
Examinadora - UFPB/ CT/ DEP



---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Mariana Moura Nóbrega  
Examinadora - UFPB/ CT/ DEP

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Luzia Góes Camboim  
Examinadora - UFPB/ CT/ DEP

JOÃO PESSOA

2018

Dedico esse trabalho de Conclusão de curso primeiramente a Deus, pois sem Ele nada nessa vida teria sentido. Aos meus pais e irmãos que me acompanharam durante toda essa jornada, e ao meu noivo, que me incentivou e ajudou nos momentos decisórios dessa pesquisa.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, e que me permitiu ter saúde, disposição, e força para superar as dificuldades pelo caminho por mim trilhado.

A minha família que foi minha fortaleza nos momentos de alegria e tristeza durante toda esta jornada.

Aos meus colegas de faculdade que trilharam comigo essa jornada, em especial a minha amiga Jordilainy Querioz, que esteve ao meu lado em todos os momentos de dificuldades, como também nos momentos de aprendizagem e felicidade.

Ao meu orientador, Jailson Ribeiro, pelo encaminhamento no trabalho, com análises críticas que deram suporte ao desenvolvimento da pesquisa, como também pela dedicação e comprometimento.

A esta Universidade, e seu corpo docente, que em muito acrescentaram no meu desenvolvimento profissional.

A empresa que serviu como estudo de caso para este trabalho, permitindo a aplicação da ferramenta do modelo proposto.

E ao meu noivo que foi fundamental na etapa de finalização desse trabalho.

## LISTA DE SIGLAS

ABDI	-	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABIÓPTICA	-	Associação Brasileira da Indústria Óptica
AR	-	Anti-reflexo
Ari-Fab	-	Anti-risco por imersão
<i>AriS-Lab</i>	-	Anti-risco <i>Spin</i>
CQF	-	Controle de Qualidade Final
CQI	-	Controle de Qualidade Inicial
Cr	-	<i>Criticality Number</i>
D	-	Deteccção
FMEA	-	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
G1	-	Galpão da fabricação das lentes
G2	-	Galpão onde localiza o laboratório
G3	-	Galpão da fabricação das armações
MASP	-	Metodologia de Análise e Soluções de Problemas
O	-	Ocorrência
PEPS	-	Primeiro que entra, primeiro que sai
RPN	-	<i>Risk Priority Number</i>
S	-	Severidade
6M	-	Máquina, Mão-de-obra, Matéria-prima, Método, Medição e Meio ambiente

GALDINO, Vanessa Hellen Ramalho. **Análise da melhoria da confiabilidade do processo em um laboratório óptico por meio da metodologia FMEA**. 2018. 123 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção Mecânica). UFPB / CT / DEP, João Pessoa – PB.

## RESUMO

A busca de competitividade no mercado exige das organizações o entendimento e o uso de estratégias, sobretudo que gerem vantagem competitiva. Na área de operações, o foco na confiabilidade dos processos minimiza eventuais riscos, além de potencializar a redução de custos. O presente trabalho **objetiva a utilização da metodologia FMEA de processos no setor de Tratamento Anti-reflexo através da metodologia FMEA**, visando identificar a melhoria da confiabilidade do processo. Foi desenvolvido um estudo de caso descritivo-exploratório em uma empresa do ramo óptico presente no mercado há 25 anos. Esta engloba várias competências da cadeia produtiva de produtos e serviços oftálmicos, desde a fabricação de lentes e armações e serviços de surfacagem, montagem e tratamento anti-reflexo. Este último processo é o objeto desta pesquisa, por se tratar do laboratório que atende tanto as demandas da fábrica quanto do mercado. Os dados foram coletados por meio de pesquisa documental e observação participante referente a um ano de pesquisa, sendo tratados de modo qualitativo, com uso dos métodos: cinco porquês, para identificar a origem da causa das falhas; Diagrama de Ishikawa, para estudar e analisar as falhas de cada processo; os índices de Severidade, Ocorrência e Detecção para atribuir escala para cada falha potencial. E também foram tratados de modo quantitativo através do cálculo do RPN e da utilização do Diagrama de Pareto para identificação dos processos críticos. Para atender os objetivos dessa pesquisa foram descritos os processos de anti-reflexo que são: Controle de Qualidade Inicial; Aplicação do anti-risco por imersão; Aplicação do anti-risco *spin*; Aplicação do anti-reflexo; e Controle de Qualidade Final. E a partir da identificação dos processos foram estabelecidas as falhas dos processos e suas principais causas com a utilização do Diagrama de Ishikawa, a fim de determinar as causas potenciais para elaboração do FMEA, que além das falhas e causas potenciais, descreve os efeitos dessas falhas e se estas são documentadas ou não pela empresa. Finalmente, no FMEA depois de atribuídos os valores dos índices de Severidade, Ocorrência e Detecção é realizado o cálculo do RPN, que determinará quais os processos críticos que devem ser priorizadas inicialmente propostas de melhoria através de plano de ação que busque eliminação ou redução das causas e falhas potenciais. Conclui-se que o método FMEA exige que inicialmente se defina os subprocessos envolvidos na análise, tal como, as falhas e causas desses subprocessos, para que em fim a organização seja orientada a uma mudança de cultura, que permeia em atribuir ações de melhorias para inibir ou reduzir as falhas nos processos.

**Palavras-chave:** Confiabilidade do processo. Melhoria de processo. FMEA. Laboratório óptico.



## ABSTRACT

The search for competitiveness in the market requires organizations to understand and use strategies, especially those that generate competitive advantage. In the area of operations, the focus on process reliability minimizes possible risks, in addition to leveraging cost savings. The present work **aims to use the FMEA methodology of processes in the Anti-reflection Treatment sector through the FMEA methodology**, aiming to identify the improvement of process reliability. A descriptive-exploratory case study was developed in an optical branch company that has been in the market for 25 years. This encompasses several competencies in the production chain of ophthalmic products and services, from the manufacture of lenses and frames and services of surfacing, assembly and anti-reflex treatment. This last process is the object of this research, because it is the laboratory that meets both the demands of the factory and the market. The data were collected through documentary research and participant observation concerning a year of research, being treated in a qualitative way, using the methods: five whys, to identify the origin of the cause of the failures; Ishikawa diagram, to study and analyze the failures of each process; the Severity, Occurrence, and Detection indices to assign scale to each potential failure. They were also treated quantitatively through the calculation of the RPN and the use of the Pareto Diagram to identify the critical processes. In order to meet the objectives of this research, the following anti-reflection processes were described: Initial Quality Control; Application of anti-scratch by immersion; Application of anti-risk spin; Application of anti-glare; and Final Quality Control. And from the identification of the processes were established the failures of the processes and their main causes using the Ishikawa Diagram in order to determine the potential causes for the elaboration of the FMEA, which in addition to the failures and potential causes, describes the effects of these failures and whether these are documented or not by the company. Finally, in the FMEA after assigning the values of the Severity, Occurrence and Detection indices, the RPN calculation is performed, which will determine which critical processes should be prioritized initially for improvement proposals through a plan of action that seeks to eliminate or reduce causes and power failures. We conclude that the FMEA method requires that we initially define the subprocesses involved in the analysis, as well as the failures and causes of these subprocesses, so that in the end the organization is oriented to a change of culture, which permeates in assigning actions of improvements to inhibit or reduce process failures.

**Key-words:** Reliability of the process. Process Improvement. FMEA. Optical laboratory.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Percentual da população com deficiência	17
Figura 2	- Percentual da população com deficiência por região	18
Figura 3	- Função produção	21
Figura 4	- Simbologia do fluxograma	23
Figura 5	- Comparação dos sistemas	21
Figura 6	- Diagrama de Ishikawa	26
Figura 7	- Ilustração das etapas de 1 a 3	28
Figura 8	- Exemplo de um Diagrama de Pareto	28
Figura 9	- Índice de Severidade	32
Figura 10	- Índice de Ocorrência	32
Figura 11	- Índice de Detecção	33
Figura 12	- Disposição dos complexos produtivos	37
Figura 13	- Organograma da Empresa	37
Figura 14	- Fluxograma do Processo de AR	44
Figura 15	- Fluxograma do CQI	47
Figura 16	- Fluxograma do Ari-Fab	49
Figura 17	- Aplicação do AriS-Lab	51
Figura 18	- Fluxograma do AR	53
Figura 19	- Fluxograma do CQF	54
Figura 20	- Diagrama de Ishikawa para falha "aprovação de lente com defeito"	59
Figura 21	- Diagrama de Ishikawa para falha "Gravar lente com numeração do pedido errado"	61
Figura 22	- Diagrama de Ishikawa para falha "Riscos na lente"	62
Figura 23	- Diagrama de Ishikawa para falha "Gravar lente na posição errada"	64
Figura 24	- Diagrama de Ishikawa para falha "Desobediência da sequência das ordens de serviço"	65
Figura 25	- Diagrama de Ishikawa para falha "Destratamento mal realizado"	67
Figura 26	- Diagrama de Ishikawa para falha "Ponto de verniz"	69
Figura 27	- Diagrama de Ishikawa para falha "Riscos na lente"	70
Figura 28	- Gaiolas de apoio no Ari-Fab	72
Figura 29	- Diagrama de Ishikawa para a falha "Escorrimento do verniz"	73
Figura 30	- Diagrama de Ishikawa para falha "Mal funcionamento do PEPS"	75
Figura 31	- Diagrama de Ishikawa para a falha "Pontos de verniz"	76
Figura 32	- Diagrama de Ishikawa para a falha "Defeito de aplicação"	78
Figura 33	- Diagrama de Ishikawa para a falha "Riscos na lente"	79
Figura 34	- Diagrama de Ishikawa para a falha "Lente com mancha"	80
Figura 35	- Diagrama de Ishikawa para a falha "Deformação no centro da lente"	82
Figura 36	- Diagrama de Ishikawa para a falha "Tonalidade diferente da estabelecida"	84
Figura 37	- Diagrama de Ishikawa para a falha "Mancha branca na lente"	85
Figura 38	- Cesto de madeira	86
Figura 39	- Diagrama de Ishikawa para a falha "Mal funcionamento do PEPS"	87
Figura 40	- Diagrama de Ishikawa para a falha "Liberação de lente com defeito"	88
Figura 41	- Diagrama de Ishikawa para a falha "Liberar lentes em bandejas trocadas"	90
Figura 42	- Diagrama de Ishikawa para a falha "Riscos na lente"	91
Figura 43	- Diagrama de Ishikawa para a falha "Desobediência da sequência das ordens de serviço"	92

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1	- Simbologia abreviada de Gilbreth	22
Quadro 2	- Enfoque organizacionais	34
Quadro 3	- Documentos necessários FMEA de produto ou processo	31
Quadro 4	- Estrutura do FMEA	35
Quadro 5	- Sujeitos da pesquisa	38
Quadro 6	- Variáveis da Pesquisa	39
Quadro 7	- Tratamento dos dados	40
Quadro 8	- Falhas e efeitos no Processo de CQI	55
Quadro 9	- Falhas e efeitos no Processo de Aplicação do Ari-Fab	56
Quadro 10	- Falhas e efeitos no Processo de Aplicação do AriS-Lab	57
Quadro 11	- Falhas e efeitos no Processo de Aplicação do AR	57
Quadro 12	- Falhas e efeitos no Processo de CQF	58
Quadro 13	- 6M da falha "Aprovação de lente com defeito"	60
Quadro 14	- 6M da falha "Gravar lente com numeração do pedido errado"	61
Quadro 15	- 6M da falha "Riscos na lente"	63
Quadro 16	- 6M da falha "Gravar lente na posição errada"	64
Quadro 17	- 6M da falha "Desobediência da sequência das ordens de serviço"	65
Quadro 18	- 6M da falha "Destratamento mal realizado"	67
Quadro 19	- 6M da falha "Ponto de verniz"	69
Quadro 20	- 6M da falha "Riscos na lente"	71
Quadro 21	- 6M da falha "Escorrimento do verniz"	73
Quadro 22	- 6M da falha "Mal funcionamento do PEPS"	72
Quadro 23	- 6M da falha "Ponto de verniz"	77
Quadro 24	- 6M da falha "Defeito de aplicação"	78
Quadro 25	- 6M da falha "Riscos na lente"	79
Quadro 26	- 6M da falha "Lente com mancha"	81
Quadro 27	- 6M da falha "Deformação no centro da lente"	82
Quadro 28	- 6M da falha "Tonalidade diferente da estebelecida"	84
Quadro 29	- 6M da falha "Mancha branca na lente"	85
Quadro 30	- 6M da falha "Mal funcionamento do PEPS"	87
Quadro 31	- 6M da falha "Liberação de lentes com defeito"	89
Quadro 32	- 6M da falha "Liberar lentes em bandejas trocadas"	90
Quadro 33	- 6M da falha "Riscos na lente"	91
Quadro 34	- 6M da falha "Desobediência da sequência das ordens de serviços"	93
Quadro 35	- Resumo das falhas e suas Causa potenciais	93
Quadro 36	- FMEA do processo CQI	96
Quadro 37	- FMEA do processo de Aplicação Ari-Fab	98
Quadro 38	- FMEA do processo Aplicação AriS-Lab	100
Quadro 39	- FMEA do processo de AR	103
Quadro 40	- FMEA do processo do CQF	105
Quadro 41	- Relação das falhas e causas	110
Quadro 42	- Ações de melhoria no processo de CQI	113
Quadro 43	- Ações de melhoria no processo de Aplicação do Ari-Fab	114
Quadro 44	- Ações de melhoria no processo de Aplicação do AriS-Lab	114
Quadro 45	- Ações de melhoria no processo de Aplicação do AR	115
Quadro 46	- Ações de melhoria no processo de Aplicação do CQF	115
Quadro 47	- Objetivos alcançados	118

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1	- Gráfico de Pareto dos Modos ou Tipos de Falhas Potenciais	108
Tabela 1	- Relação de Modo ou Tipo de falha	106
Tabela 2	- Ocorrências das falhas	112

## **SUMÁRIO**

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	14
1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA E FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	14
1.2 DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS	16
1.2.1 Objetivo geral	16
1.2.2 Objetivos específicos	16
1.3 JUSTIFICATIVA	16
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	20
2.1 PROCESSOS: GESTÃO E FERRAMENTAS	20
2.2.1 Processos e mapeamento de processos	20
2.2.2 Gestão de processos	23
2.2.3 Ferramentas da Qualidade	24
2.2 ANÁLISE DE MODO E EFEITO DE FALHA – FMEA	29
2.2.1 Tipos de FMEA	29
2.2.2 Etapas para aplicação do FMEA	30
<b>3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>	36
3.1 ABORDAGEM	36
3.2 TIPO DE PESQUISA	36
3.3 AMBIENTE DA PESQUISA	36
3.4 SUJEITOS DA PESQUISA	38
3.5 VARIÁVEIS	38
3.6 COLETA DE DADOS	40
3.7 TRATAMENTO DE DADOS	40
<b>4. APRESENTAÇÃO E DISCURSSÃO DOS RESULTADOS</b>	42
4.1 MAPEAMENTO DOS PROCESSOS QUE AFETAM A CONFIABILIDADE	42
4.1.1 Fluxo do processo do Controle de qualidade inicial	46
4.1.2 Fluxo do Processo da Aplicação do anti-risco por imersão	48
4.1.3 Fluxo do processo da aplicação do anti-risco <i>Spin</i>	50
4.1.4 Fluxo do Processo da aplicação do Anti-reflexo	52
4.1.5 Fluxo do processo do Controle de Qualidade Final	53
4.2 IDENTIFICAÇÃO DAS FALHAS E OS POTENCIAIS EFEITOS NOS PROCESSOS QUE AFETAM A CONFIABILIDADE	55
4.2.1 Falhas e efeitos no processo de Controle de Qualidade Inicial	55
4.2.2 Falhas e efeitos no processo de Aplicado do anti-risco por imersão	56
4.2.3 Falhas e efeitos no processo de Aplicado do anti-risco <i>Spin</i>	57

4.2.4	Falhas e efeitos no processo de Aplicação do Anti-reflexo .....	57
4.2.5	Falhas e efeitos no processo de Controle de Qualidade Final .....	58
4.3	ANÁLISE DAS CAUSAS DAS FALHAS DOS PROCESSOS QUE AFETAM A CONFIABILIDADE .....	59
4.3.1	Diagrama de Causa e Efeito para as falhas do processo de CQI.....	59
4.3.2	Diagrama de Causa e Efeito para as falhas do processo de Ari-Fab.....	66
4.3.3	Diagrama de Causa e Efeito para as falhas do processo de AriS-LaB.....	76
4.3.4	Diagrama de Causa e Efeito para as falhas do processo de Aplicação do anti-risco	83
4.3.5	Diagrama de Causa e Efeito para as falhas do processo de Controle de Qualidade Final	88
4.3.6	Determinação das causas potenciais.....	93
4.4	MENSURAÇÃO DO RPN DOS PROCESSOS QUE AFETAM A CONFIABILIDADE	94
4.4.2	FMEA do processo do Controle de Qualidade Inicial .....	95
4.4.3	FMEA do processo de Aplicação do anti-risco por imersão .....	97
4.4.4	FMEA do processo de Aplicação do anti-risco <i>Spin</i> .....	99
4.4.5	FMEA do processo de Aplicação do Anti-reflexo .....	102
4.4.6	FMEA do processo de Controle de Qualidade Final .....	104
4.5	IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DE FALHAS DO RPN DOS PROCESSOS CRÍTICOS	106
4.6	PROPOSTAS DE COMBATE DAS CAUSAS DE FALHAS DOS PROCESSOS CRÍTICOS	113
4.6.1	Proposta de ações de melhoria no Processo de Controle de Qualidade Inicial .....	113
4.6.2	Proposta de ações de melhoria no Processo de Aplicação do anti-risco por imersão	114
4.6.3	Proposta de ações de melhoria no Processo de Aplicação do anti-risco <i>Spin</i> .....	114
4.6.4	Proposta de ações de melhoria no Processo de Aplicação anti-reflexo .....	115
4.6.5	Proposta de ações de melhoria no Processo de Controle de Qualidade Final .....	115
5	CONCLUSÃO .....	117
5.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	117
5.2	ALCANCE DOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	117
5.3	RECOMENDAÇÕES PARA EMPRESA .....	119
5.4	LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS .....	119
	REFERÊNCIAS .....	120
	ANEXO 1 - .....	122
	ANEXO 2 .....	123

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA E FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

As empresas estabelecem planejamento estratégico para se manterem no mercado competitivas, assim as metas traçadas nesse planejamento devem estar em conexão com os propósitos estabelecidos em seus processos, pois sem essa conexão as operações não vão atingir os objetivos esperados pela empresa (SLACK et al., 2013).

Moreira (2012), comenta que os objetivos são meios para se alcançar o planejamento da empresa e, portanto, são indicadores para tomada de decisão e para acompanhamento de resultados. Assim através do planejamento das operações que se estabelece quais ações devem ser tomadas para se alcançar o objetivo.

De acordo com Oliveira (2004), os clientes buscam cada dia mais a qualidade nos produtos, e como o cliente é o objeto principal do processo organizacional é necessário acompanhar as mudanças de mercado para que as decisões tomadas sejam para atender ou superar as necessidades dos clientes.

Segundo Fogliatto e Ribeiro (2011), a confiabilidade de forma generalizada está relacionada a produtos e processos que não geram quebras ou falhas. Contudo, o autor explica que inicialmente deve ser estabelecido um desempenho adequado, para que posteriormente seja analisado o resultado e identificado se obteve bom funcionamento ou falha.

Ainda sobre confiabilidade, o autor Lobo (2010) discorre que esse é um fator importante para os consumidores, pois quando ocorre uma falha em um produto, por mais que a garantia seja realizada, inibe ao consumidor a utilização enquanto o produto estiver na assistência técnica, ou em pior condição quando afeta a segurança do usuário.

Para empresas que trabalham com manufatura de pedidos específicos para cada cliente, à qualidade é testada a cada serviço entregue, assim consequentemente o cliente também determina o nível de confiabilidade nos processos que envolvem as etapas produtivas pelas quais passou até ser finalizado. Visto que a empresa tem como estratégia fidelizar sempre mais seus clientes, se faz crucial que todos os processos passem a confiança necessária e que os pedidos sejam enviados nos prazos estabelecidos. Porém se há falhas consecutivas em um dos processos produtivos de fabricação, gera-se uma inconfiabilidade tanto das pessoas operantes quanto dos clientes (no pior cenário), tornando esse processo subjugável em relação à qualidade.

A metodologia FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) é uma ferramenta utilizada para evitar falhas no produto ou processo, através da análise de falhas potências, identificando a falha antes que ela venha acontecer, aumentando, assim a qualidade e a confiabilidade do processo, pois mesmo que a falha venha a ser corrigida através de uma garantia vai gerar a insatisfação para o cliente devido a um serviço não confiável. A aplicação do FMEA é realizada em três etapas, o planejamento, a análise de falhas em potencial, e por fim, a avaliação dos riscos, que é a fase que define os índices de severidade, ocorrência e detecção, utilizados para o cálculo do RPN - *Risc Priority Number* (LOBO, 2010).

Portanto, a utilização da metodologia FMEA assegura que falhas e suas causas sejam identificadas para que posteriormente se instale um plano de ação que permita a resolução desses problemas.

O estudo de caso foi realizado em uma empresa de produtos e serviços ópticos que está no mercado há 25 anos no Estado da Paraíba.

Segundo a Associação Brasileira da Indústria Óptica – ABIÓPTICA (2018), a cadeia produtiva óptica brasileira engloba empresas como indústrias, fabricantes, importadores, distribuidores e varejistas de produtos ópticos.

A empresa objeto de estudo agrupa diversas competências da cadeia produtiva, uma vez que fabrica lentes e armações, bem como as integra no laboratório óptico, por meio dos processos de surfassagem das lentes, montagem (lente e armação) e tratamento anti-reflexo. Este último, como veremos no decorrer do trabalho, é o escopo desta pesquisa, visto que representa mais de 60% dos pedidos do laboratório, além do fato de esse processo ser mais lento dos que os processos de surfassagem e montagem, apresentando significativos e frequentes erros, o que tem gerado retrabalho e atrasos (internamente) e reclamações dos clientes (externamente).

Diante do que foi apresentado, e sabendo da importância e necessidade de melhorias no processo de tratamento anti-reflexo, a presente pesquisa procura responder a seguinte questão: **como melhorar a confiabilidade do processo de tratamento anti-reflexo em um laboratório óptico utilizando a Metodologia FMEA?**



## 1.2 DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Analisar a melhoria da confiabilidade do processo de tratamento anti-reflexo em um laboratório óptico por meio da Metodologia FMEA.

### 1.2.2 Objetivos específicos

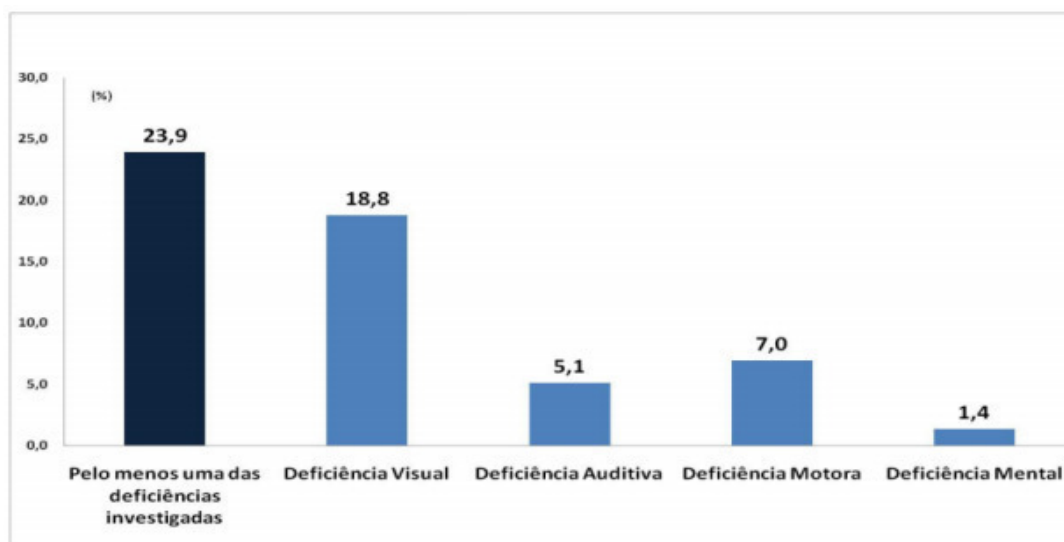
- Descrever o fluxo dos processos, visando entender os processos que afetam a confiabilidade dos produtos e serviços da cadeia produtiva óptica;
- Identificar as falhas e os potenciais efeitos dos processos que afetam a confiabilidade dos produtos e serviços da cadeia produtiva óptica;
- Analisar as causas das falhas dos processos que geram riscos a confiabilidade dos processos;
- Mensurar o RPN (*Risc Priority Number*) dos processos que geram riscos a confiabilidade;
- Identificar as causas de falhas do RPN para determinação dos processos críticos;
- Propor ações para eliminar ou minimizar as causas de falhas dos processos críticos.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

O mercado atual está a todo tempo se reinventando e buscando resultados de qualidade com o menor custo possível, e essa função só é possível quando os seus processos estão estabelecidos para proporcionar tais resultados. Desta forma as empresas estão a todo tempo utilizando métodos para analisar e melhorar seus índices de qualidade e confiabilidade e assim obter a satisfação dos seus clientes.

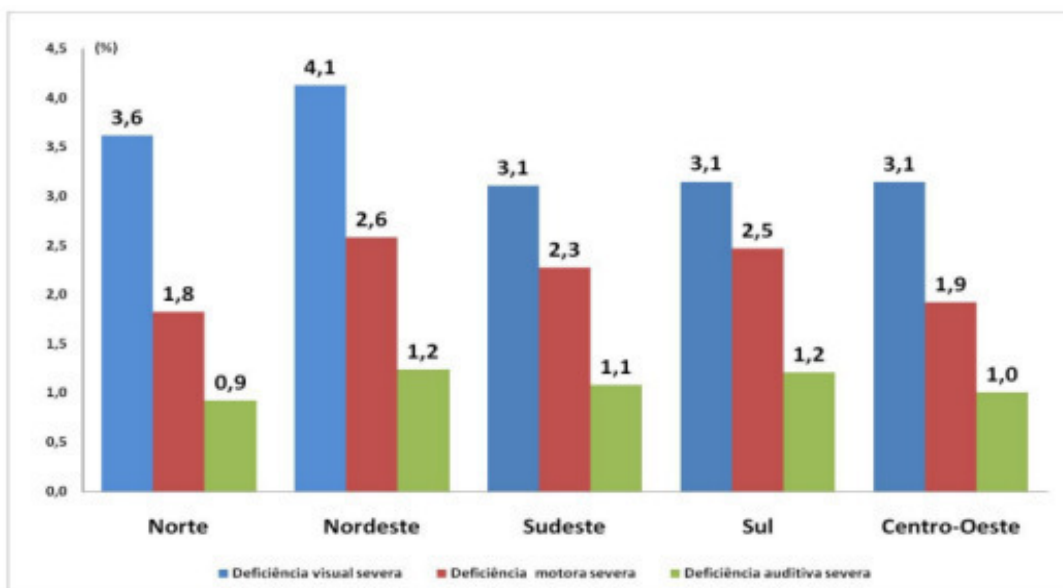
Segundo a ABIÓPTICA (2018), o setor óptico tem potencial de crescimento em 20% para os próximos cinco anos, e segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) 19% da população brasileira sofrem com algum problema de visão, assim confirmando que a demanda pelos produtos oftálmicos é relevante.

De acordo com a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI (2014), o mercado óptico tem potencial para crescimento devido a real necessidade de pessoas que precisam algum tipo de correção.



**Figura 1** – Percentual da população com deficiência  
**Fonte:** IBGE *apud* ABDI (2014)

A Figura 1 mostra um dos resultados do estudo da ABDI (2014) baseado em estatísticas do IBGE sobre o percentual da população com deficiências dos tipos visual, auditiva, motora ou mental, onde se observa que a deficiência visual possui maior incidência, atingindo 18,8% dos brasileiros. Por sua vez, a Figura 2 relaciona a deficiência da população de acordo com as regiões do Brasil.



**Figura 2** – Percentual da população com deficiência por região  
**Fonte:** IBGE *apud* ABDI (2014)

Conforme Figura 1 e 2, é identificado que o setor possui demanda para o mercado, e para o Nordeste, segundo o Censo IBGE *apud* ABDI (2014), a deficiência visual aparece com 4,1% da população que declararão “Deficiência visual severa”.

No setor de laboratórios ópticos há uma ramificação na perspectiva de estruturas de funcionamento, pois existem aqueles os quais as operações são quase em sua totalidade manuais com máquinas e processos ultrapassados, e que são conhecidos por “fundo de quintal” por se estabelecerem muitas vezes em garagens adaptadas e não possuírem aval de funcionamento pela vigilância sanitária. De forma contrária também há os laboratórios bem estruturados, com muita tecnologia envolvida em seus processos e empresas multinacionais. E uma terceira categoria que é quando a ótica possui seu próprio laboratório.

Sabe-se que independentemente da estrutura dos laboratórios esses têm por missão fabricar o produto ou serviço com qualidade, pois o resultado final afeta diretamente a saúde do usuário. Assim esse trabalho oferece ferramentas que possibilitam analisar e prever falhas potenciais no processo. A aplicação da metodologia FMEA permite visualizar as possíveis falhas encontradas nos processos e assim poder minimizar ou eliminá-las.

Como contribuição para a academia, a apresentação e utilização de uma metodologia para análise de falhas que pode ser aplicada para qualquer produto ou processo que esteja ou não apresentando falhas, assim o FMEA também pode ser aplicado para outros contextos.

Para o autor, o trabalho torna-se importante, por permitir a aplicação do método FMEA na prática, e possibilitar analisar sistemicamente os processos envolvidos. Pois foram colocados à prova os conhecimentos adquiridos na academia.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 PROCESSOS: GESTÃO E FERRAMENTAS

#### 2.2.1 Processos e mapeamento de processos

De acordo com Slack *et al.* (2009), processo são as operações envolvidas para a transformação de *inputs* (entradas) em *outputs* (saídas), ou seja, a transformação dos recursos que resultaram em algum produto ou serviço.

Ainda segundo Slack *et al.* (2013), o processo é a utilização de recursos para transformação de insumos em produtos que satisfaçam a necessidade dos clientes, e para escalas de complexidades maiores pode ser denominado de operações.

Para Peinado e Graeml (2007, p.142) processo produtivo é, “a sequência de atividades que, executadas sempre da mesma forma e na mesma ordem, resulta no produto ou serviço pretendido”.

Ainda segundo os autores Peinado e Graeml (2007), existem processos com muita complexidade, como também processos tão simples que podem ser definidos como sub-processos, assim todos os procedimentos que ocorrem nas empresas e geram um produto determina um processo.

Segundo Slack (2009) os processos podem resultar em bens ou serviços, assim quando as operações realizam manufatura os inputs são uma série de recursos e matéria-prima que após processamento geram produto (output), enquanto que em processos de serviços, o processo é a transformação do próprio consumidor.

Para Moreira (2012), os processos que geram produtos estão relacionados a condições físicas e tangíveis, enquanto que o serviço esta relacionada a atividades prestadas. Contudo a análise final é feita com questionamentos referentes a variação dos insumos utilizados no processo, se é possível automatizar, e se ao final, os produtos ou serviços resultaram em reproduções iguais. Respondidos esses questionamentos é possível identificar se o processo é de produto ou serviço.

Para o autor Moreira (2012), a diferenciação entre produto e serviço é conduzida através de quatro fatores de identificação. “A natureza do que se oferece ao cliente e do seu consumo” que está relacionado ao contato com o cliente, assim, se for serviço o contato com o cliente é direto. Outro fator “a uniformidade dos insumos necessários”, que compara a utilização de insumos para realizar um processo, ou seja, numa indústria para produzir um produto as matérias-primas já estão estabelecidas, enquanto que numa prestação de serviço o contato com

o cliente muda de acordo com cada particularidade. E por fim, os fatores de “possibilidade de mecanização” e “grau de padronização do que é oferecido”.

A Figura 3 ilustra a função produção para as duas análises de processos (produto ou serviço):




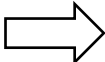



**Figura 3** – Função produção  
**Fonte:** Slack et al (2013)

Identificado os tipos de processos definidos na literatura, se faz necessário entender que os processos devem ser constantemente analisados, pois sempre estão passando por mudanças, como também para análise de possíveis melhoras.

De acordo com Peinado e Graeml (2007), a análise de processo pode ser feita para uma operação já existente, ou uma nova, objetivando identificar possíveis melhoras no processo. E uma das ferramentas muito utilizadas para verificação dos processos, é o fluxograma, que permite através de símbolos gráficos apresentar a sequência do processo em estudo.

A análise dos processos deve ser feita de forma geral, antes de fazer uma verificação mais detalhada, utilizando o Gráfico do fluxo de processo. O gráfico tem objetivo esclarecer os passos pelo qual o processo passa até sua finalização, ou seja, o diagrama tem início a partir da matéria-prima, e deste ponto é identificado a existência de transporte, armazenamento, inspeções e etapas do processo até que o produto seja finalizado (BARNES, 1977).

O Quadro 1 apresenta os símbolos do gráfico de fluxo mais utilizados em representação de processos.

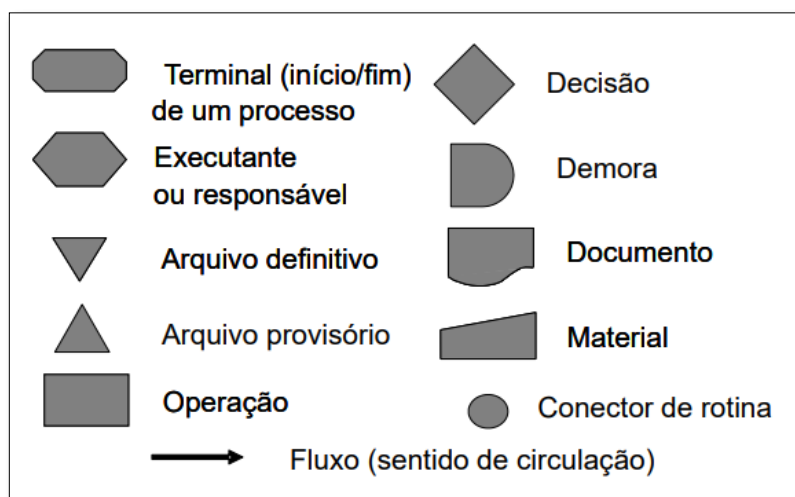
Símbolo	Descrição
	Operação – caracteriza quando está acontecendo um processamento.
	Transporte – caracteriza a locomoção de recursos, matéria-prima ou produtos.
	Inspeção – caracteriza que o produto está passando por verificação de qualidade referente aos padrões pré-estabelecidos.
	Espera - caracteriza o momento em que o produto em fabricação está sem realizar nenhuma atividade que agregue valor ao processo.
	Armazenamento – caracteriza que o objeto está sobre controle de armazenamento (estoque).

**Quadro 1:** Simbologia abreviada de Gilbreth

**Fonte:** Barnes (1977)

Outro recurso para utilizado para descrever o processo é o fluxograma, que segundo Menezes (2013), é o método gráfico para descrever processos através de símbolos e palavras com o objetivo representar os elementos do processo a fim de demonstrar ocorrências de problemas, analisar e comparar fluxos, oportunidades de melhorias, áreas que podem ser estudadas e pode servir para apoio em treinamentos.

A Figura 4 corresponde a simbologia utilizada para construção do fluxograma.



**Figura 4 -** Simbologia do fluxograma

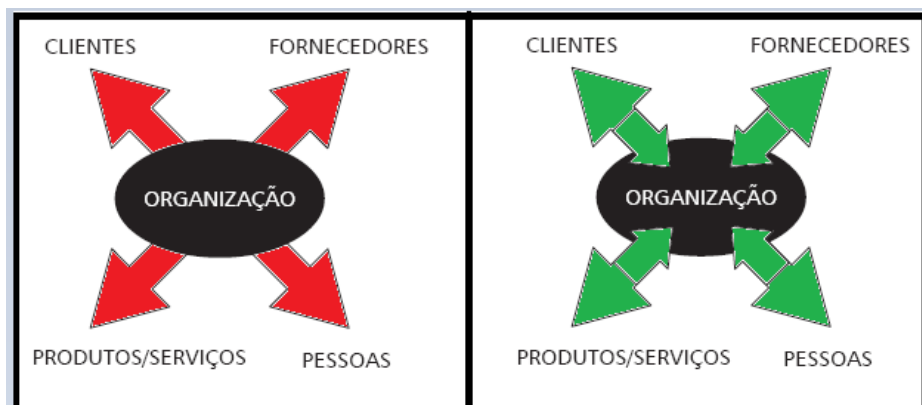
**Fonte:** Menezes (2013)

### 2.2.2 Gestão de processos

Conforme Araujo *et al* (2017), o cenário organizacional pode ser constituído de ambiente externo, de forma macro, ou ambiente interno, uma visão micro. E ainda organizações que trabalham das duas perspectivas.

Ainda de acordo com Araujo *et al.* (2017), há duas perspectivas de realidade das organizações, por sistema fechado, que são empresas nas quais não visualizam o ambiente fora da organização. Ou seja, não há gestão de processos, pois há apenas processos independentes com quase nenhuma interligação. De forma distinta no sistema aberto, os processos se relacionam, o que é produzido é devido a percepção feita no ambiente externo.

A Figura 5 demonstra através das setas a diferença dos dois tipos de sistemas, primeiramente o sistema fechado sem nenhuma conexão entre processos, ou ambiente externo, e em seguida o sistema aberto que recebe *feedback* internamente e externamente.



**Figura 5** – Comparação dos sistemas  
**Fonte:** Adaptação de Araujo (2001)

Portanto segundo Capra (1996, *apud* Barbará, 2013), a perspectiva dos sistemas abertos esta relacionado com a existência de um todo, em um contexto maior, onde as partes trocam relações.

Segundo Barbará (2013), de forma sistêmica as organizações produtivas são redes de relação, com funções delimitadas e definidas, onde cadeia verticais podem ser substituídas por processos horizontais.

O Quadro 2 demonstra a comparação entre as cadeias verticais e horizontais.



<b>GESTÃO VERTICAL</b>	<b>GESTÃO HORIZONTAL</b>
O problema é vinculado aos funcionários	O problema está vinculado aos processos
Cada um fez suas atividades individualmente	Todos se ajudam para a atividade acontecer
Entender somente sua função	Entender sistematicamente como sua função está interligada com as outras
Medir desempenho individual	Medir o resultado do processo
Mudar a pessoa	Mudar o processo
Identificar-se como o melhor	Identificar como pode aperfeiçoar o processo
Motivar as pessoas	Remover as dificuldades do processo
Controlar os funcionários	Treinar os funcionários
Não transmitir confiança	Jogar junto
Buscar culpados para o erro	Buscar a causa do erro
Corrigir os erros	Reduzir as variações
Foco nos lucros	Foco no cliente

**Quadro2:** Enfoque organizacionais

**Fonte:** Adaptado de Muller (2003)

Segundo Simpson et al. (1999, apud Muller, 2003), a gestão de processos deve ser realizada como processo interfuncional, abrangendo os paradigmas da estrutura horizontal buscando a melhoria contínua dos processos, acompanhando e comparando com as práticas vigentes no mercado em estudo.

Os autores Lee e Dale (1998, apud Muller, 2003), focaliza a gestão de processos com alvo nos clientes, e assim sistematizar, medir e melhorar os processos.

### 2.2.3 Ferramentas da Qualidade

Para a realização da Metodologia FMEA, nesse trabalho foram utilizadas ferramentas da qualidade como auxílio para detecção das falha e causas potenciais dos processos. Contudo serão abordadas neste tópico apenas as ferramentas que foram utilizadas para elaboração dos resultados. Há outras ferramentas da qualidade na literatura que não serão abordadas nesse trabalho, pois o autor não julgou necessárias.

#### **A – Brainstorming**

Segundo Araújo (2001), o *Brainstorming* é uma ferramenta que ajuda a esclarecer e avaliar pontos de discussão de um problema, buscando o pensamento criativo da equipe inserida na atividade discutida.

O *Brainstorming* é um método para coletar ideias no grupo em que será abordado um tema para discussões, pois parte da presunção que os resultados obtidos em grupos são mais representativos do que a avaliação de apenas um indivíduo (LOBO, 2010).

Segundo Oliveira (2016), o *Brainstorming* é um processo em grupo onde membros de uma equipe se reúnem e emitem ideias de forma livre a fim de buscar soluções para um problema.

De acordo com Lobo (2010), o processo é executado em três etapas: a definição do problema, onde o líder do *Brainstorming* lança através de uma pergunta o problema a ser solucionado, e permite que os membros opinem. A segunda etapa, a fase criativa, é o momento em que os membros do grupo expõem suas ideias e o líder as anota em um quadro para que todos possam ver. E a terceira e última etapa, fase crítica, depois do quadro com várias propostas de soluções, o grupo deve excluir as iguais, ou de mesmo sentido, e por fim depois de analisar as propostas chegar a uma solução para o problema. Portanto o método aborda três fases: definição do problema, desenvolvimento de ideias e seleção de ideias para resolver o problema em questão.

## **B – Diagrama de causa e Efeito - Ishikawa**

O Diagrama de Causa e Efeito – Ishikawa, também conhecido por espinha de peixe, por ter uma estrutura semelhante ao peixe, foi criado pelo Professor Kaoru Ishikawa para explicar que os fatores de um processo estão interligados. Assim o diagrama foi desenvolvido para relacionar os problemas existentes em um processo e suas possíveis causas. Portanto o diagrama é uma forma gráfica que busca causas para um problema em questão (CARPINETTI, 2012).

Segundo Lobo (2016, p. 45), “o Diagrama de causa e efeito foi desenvolvido para representar a relação entre o efeito e todas as possibilidades que podem contribuir para ele.”

De acordo com Lobo (2010), a representação gráfica está relacionada com os 6M's (Mão-de-obra, matéria-prima, máquinas, meio ambiente, método e medida), que através deles direcionam o problema em questão com uma causa. O autor elaborou quatro etapas para a construção do diagrama:

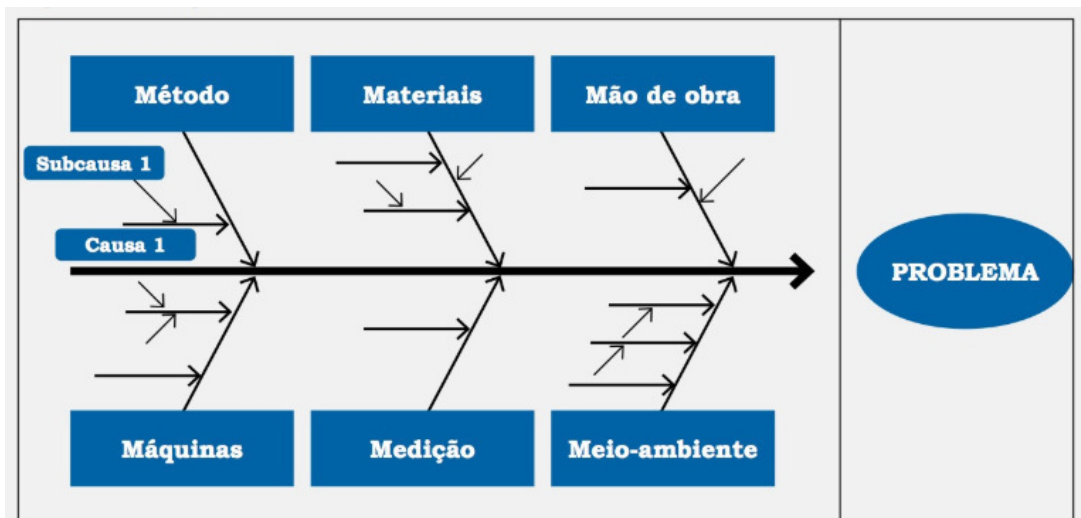
1. Estabelecer a definição do problema, onde e como ocorre, e sua extensão.
2. A pesquisa da causa deve-se iniciar através de *Brainstorming* e solicitar ao grupo participante que durante um período façam a utilização de folha de verificação para detectar causas referentes ao problema.

3. Construir o diagrama de causa e efeito, através das análises realizadas, desenhar as categorias, questionar o “porquê da falha” e vincular as causas encontradas.
4. Interpretar o resultado do diagrama, identificar as causas com mais frequência.

De forma análoga, de acordo com Toletto *et al.* (2017), o criador Ishikawa propôs um passo-a-passo de 8 etapas para a confecção do diagrama que seguem abaixo:

1. Identifica um problema, o que será estudado.
  2. Colocar o defeito em destaque, e desenhar uma seta que aponta para o defeito.
  3. Identificar as causas principais que ocasionam o defeito, e assim fazer a separação de acordo com o 6M, ou seja, causas ligadas à Materiais, Mão-de-obra, Meio ambiente, Método, Máquina e Medida.
  4. Nos galhos que se encontram com a espinha central colocar os fatores principais relacionados com os 6M.
  5. Buscar as causas secundárias, ou seja, causas que correspondam aos fatores principais.
  6. Desenhar novos galhos nas causas secundárias, e continuar até que se encontre o motivo do problema.
  7. Fazer a análise do resultado do diagrama depois de levantadas todas as causas e subcausas, e direcionar as informações obtidas para serem questionadas possíveis mudanças.
  8. Instituir as causas mais relevantes, e verificar o grau de influência que gera no efeito.
- Para que dessa forma seja possível buscar soluções para resolver o efeito estudado.

A Figura 6 representa como deve ser feita a estruturação do diagrama.



**Figura 6** – Diagrama de Ishikawa

Fonte: Oliveira (2016)

Como indicado na Figura 6, o desenho deve ter uma seta maior apontado para o problema em questão, e setas ramificada que ligam os 6M's até a seta principal. Feito isso setas secundárias são preenchidas de acordo com a identificação das causas e subcausas identificadas.

## **C – 5 Porquês**

Segundo Meneses (2013), a metodologia dos 5 Porquês foi originada na Toyota, no Japão, utilizada para identificar anomalias de um problema através de questionamentos críticos, e assim identifica as “causa-raiz” de um problema.

Segundo Werkema (1995, *apud* Piechnicki, 2014), a metodologia está relacionada a fazer a pergunta “porquê” para buscar a causa de um problema, assim após questionar cinco vezes o problema, a causa será identificada.

Para o autor Merighi (2009, *apud* Anjos et al., 2011) a técnica dos cinco porquês é feita utilizando a pergunta “Por que o fato ocorreu” para o problema que está sendo analisado. E quando a pergunta é respondida o questionamento deve ser feita novamente até que a causa raiz do problema seja identificada.

## **E – Diagrama de Pareto**

Segundo Oliveira (2016), o Gráfico de Pareto é uma ferramenta estatística com resultados gráficos que agrupa os dados hierarquicamente decrescente da frequência, assim demonstrando a frequência dos acontecimentos em análise. Através dessa análise é possível priorizar ações de melhorias para resolver um problema.

De acordo com Peinado e Graeml (2007), o Diagrama de Pareto, indica o quanto as variáveis de um problema relativamente se comportam, em termos percentuais, em relação a um problema. Assim, de forma visual é possível verificar os impactos dessas variáveis no problema em questão e quais as causas envolvidas. O diagrama demonstra quais as principais causadoras do problema, para que assim se busque eliminar apenas essas que refletem impacto.

“O princípio de Pareto é conhecido pela proporção 80/20, ou seja, 80% dos problemas são resultados de 20 % de causas potenciais” (LOBO, 2010, p. 43).

Ainda de acordo com Lobo (2010), o Diagrama de Pareto é feito através de um gráfico de barras e deve seguir as seguintes etapas:

1. Fazer uma tabela inserindo os itens com a frequência decrescente;

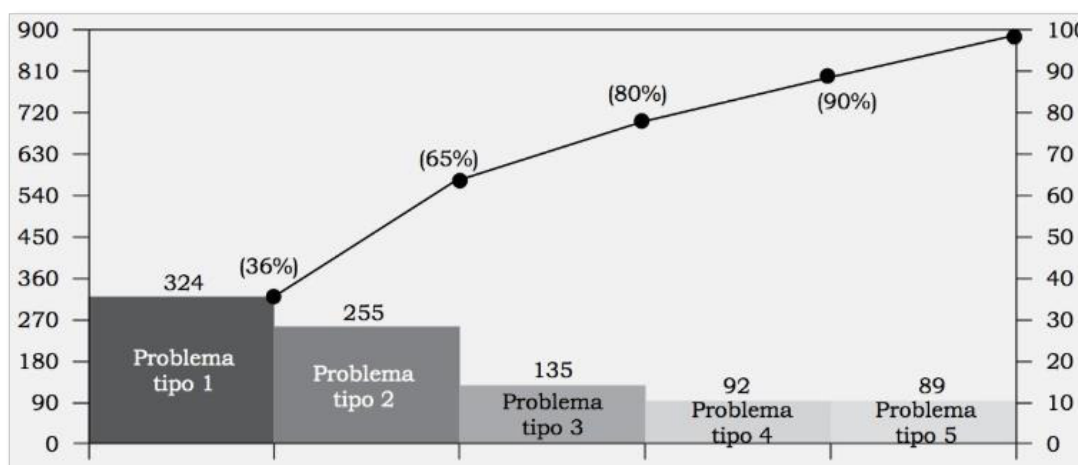
2. Em outra coluna, colocar os itens: porcentagem (%) e outro para porcentagem acumulada (% acumulada);
3. Fazer os cálculos referentes aos itens anteriores.

Motivo	Frequência	%	% acumulada

**Figura 7-** Ilustração das etapas de 1 a 3

**Fonte:** Lobo (2010)

4. Traçar um eixo horizontal e dois verticais;
5. Deixar espaço, no eixo horizontal, para ser preenchido o motivo;
6. Marcar no eixo horizontal, da esquerda para direita, os itens de maior e menor frequência;
7. Deixar espaço no eixo vertical a esquerda para usar escala que vai de 0 até a somatória;
8. No eixo vertical direito, marcar uma escala de 0 a 100% proporcional ao eixo esquerdo;
9. Inserir na coluna as frequências de cada motivo, resultando assim em um gráfico de colunas;
10. Inserir os resultados das porcentagens acumuladas utilizando como base o centro de cada coluna.



**Figura 8 -** Exemplo de um Diagrama de Pareto

**Fonte:** Oliveira (2016)

Portanto, Lobo (2010) comenta que o diagrama classifica os problemas por ordem de importância para que seja possível identificar as prioridades e assim estabelecer ações corretivas.

## 2.2 ANÁLISE DE MODO E EFEITO DE FALHA – FMEA

O FMEA – *Failure Modes and Effects Analysis*, (Análise dos Modos de Falha e Efeito), de acordo com Palady (1950), é uma ferramenta de prognósticos de problema, um procedimento que auxilia desenvolver projetos e processos ou serviços, ou um “diário” de acompanhamento de projetos, processos ou serviços.

A esse respeito, Lobo (2016, p. 143) define:

[...] é uma ferramenta que busca, em princípio, evitar, por meio da análise das falhas potenciais e propostas de ações de melhoria, que ocorram falhas no projeto do produto ou do processo. Este é o objetivo básico dessa técnica, ou seja, detectar falhas antes que se produza uma peça e/ou produto.

De acordo com os autores Rosa e Garrafa (2009), o FMEA consiste em analisar produtos ou processos, seja industriais e/ou administrativos, com um método que busca prevenir as falhas, permitindo assim que ao se conhecer a causa, esta seja eliminada evitando que a falha ou defeito aconteça.

A norma QS 9000 que é um manual complementar do FMEA, determina que a técnica tem como objetivo reconhecer, identificar a falha potencial de um produto ou processo e verificar seus efeitos. E assim propor ações que reduzam ou eliminem a probabilidade do modo de falha, finalizando com a documentação do que foi analisado (ESTORILIO E POSSO, 2011).

Palady (1950) comenta que o FMEA pode ser feito individualmente ou em equipe, porém os resultados quando este é feito em equipe aumenta as chances de identificação e prevenção dos modos de falha, pois uma equipe é mais eficiente. Desta forma, a equipe tem a função de dar suporte ao engenheiro encarregado pelo projeto.

### 2.2.1 Tipos de FMEA

De acordo com Palady (1950), o FMEA divide-se em dois tipos: o DFMEA (*Design Failure Modes and Effects Analysis*), que é o FMEA de projetos; e o PFMEA (*Process Failure Modes and Effects Analysis*), o FMEA de processos. Diferenciam-se devido aos objetivos

diferentes, e que são identificados através das seguintes perguntas: “Como esse (projeto/processo) pode deixar de fazer o que deve fazer?” e “O que devemos fazer para prevenir essas falhas potenciais de (projeto/ processo”, portanto o que vai definir o tipo de FMEA será a colocação nas perguntas ditas anteriormente, ou seja, se utilizar o termo “projeto”, o FMEA é caracterizado como FMEA de projeto, porém se utilização na pergunta for do termo “processo”, o FMEA em questão é o FMEA de processo.

Para Lobo (2010), o FMEA se classifica em FMAE de produto, FMEA de processo e o menos comum, o FMEA de procedimentos administrativos. Para o FMEA de produto, a análise é feita de uma inconformidade no produto em relação as especificações do projeto, objetivando evitar falhas no produto, ou processo resultante do projeto. Enquanto que o FMEA de processo, são analisadas as falhas no planejamento e execução dos processos. Por fim, o FMEA administrativo, tem o mesmo objetivo que os anteriores, porém é utilizado em processos administrativos.

### **2.2.2 Etapas para aplicação do FMEA**

Inicialmente, Palady (1950) determina cinco elementos básicos para construção do FMEA, para que os resultados obtidos sejam eficazes. (1) Selecionar o projeto de FMEA que possua o maior potencial em termos de qualidade e confiabilidade para os clientes e a organização. (2) Que respondam as perguntas: “Como pode falhar?”, “Por que falha?” e “O que acontece quando falha”. (3) Identificar qual modo de falha é mais relevante para ser trabalhado. (4) Priorizar os modos de falha para serem resolvidos primeiramente. Essa etapa utiliza o RPN – *Risk Priority Number* ou Cr – *Criticality Number*, para auxiliar na escolha de qual modo de falha priorizar. (5) Por fim acompanhar o que foi feito.

Ainda de acordo com Palady (1950), é necessário estabelecer quatro regras básicas para garantir um FMEA eficaz e eficiente, apresentadas a seguir:

- a. Regra Básica 1 – incluir na análise do FMEA apenas modos de falha razoáveis, para evitar perda de tempo e recurso em falhas pelas quais não devem ser analisadas. Essa decisão deve ser tomada pela equipe.
- b. Regra Básica 2 – descrever o modo de falha negativamente, para evitar confusões relacionadas a causa e efeito.
- c. Regra Básica 3 – eleger uma abordagem para selecionar os modos ou causas de falha.

d. Regra Básica 4 – Desenvolver independentemente cada coluna do FMEA, essa regra é imposta para evitar desvios de foco no que está sendo realizado no momento, ou seja, se o momento for de detectar os modos de falha, não é para ser discutido simultaneamente a ocorrência da falha.

Conforme Toledo e Amaral (2006), as etapas de aplicação do FMEA são: Planejamento, Análise de Falhas em Potencial, Avaliação dos Riscos, Melhoria e Continuidade. A seguir são apresentadas as aplicações individualmente:

1. Planejar – fase responsável pela descrição e abrangência dos objetivos de análise; formação das equipes que irão trabalhar (grupo com poucos membros de 4 a 6 pessoas, e que seja multidisciplinar); planejar as reuniões; e preparar a documentação conforme abaixo:

FMEA DE PRODUTO	FMEA DE PROCESSO
Listagem das peças	Listagem das peças
Desenhos das peças	FMEA de produto da peça
Resultados de ensaio	Desenhos de fabricação
FMEA's de produtos similares	Planos de verificação
FMEA's anteriores	Resultados de estatísticas de falhas do processo
	Estudo de capacidade das máquinas

**Quadro 3** - Documentos necessários FMEA de produto ou processo

**Fonte:** Adaptado de Toledo e Amaral (2006)

2. Análise de falha em potencial – essa é a fase de preenchimento do FMEA, estabelece quais as funções e suas características, qual o tipo de falha potencial para cada função, como também, as causas e efeitos das falhas, e se há documentos de controles.

3. Avaliação dos riscos – essa é a etapa que determina os valores dos indicadores do RPN, assim nessa fase, os índices de Severidade (S), Ocorrência (O) e Detecção (D) são definidos.

4. Melhoria – Fase responsável por propor medidas de redução ou eliminação das causas potenciais.



5. Continuidade – É o acompanhamento do FMEA, ou seja, é a fase de revisão do FMEA, pois como os processos ou projetos podem mudar o FMEA tem que sofrera as alterações conforme a mudança. Caso não ocorra mudanças nos processos ou projetos, o FMEA tem que ser revisado, para confirmar se as potenciais falhas imaginadas estão conforme o identificado no dia-a-dia, e se há a necessidade de acrescentar mais alguma falha no estudo.

As figuras abaixo auxiliam a escolha dos critérios dos índices de Severidade, Ocorrência e Detecção.

SEVERIDADE		
Índice	Severidade	Critério
1	Mínima	O cliente mal percebe que a falha ocorre.
2 3	Pequena	Ligeira deterioração no desempenho com leve descontentamento do cliente.
4 5 6	Moderada	Deterioração significativa no desempenho de um sistema com descontentamento do cliente.
7 8	Alta	Sistema deixa de funcionar e há grande descontentamento do cliente.
9 10	Muito alta	Idem ao anterior, porém afeta a segurança.

**Figura 9** – Índice de Severidade

Fonte: Lobo (2010)

OCORRÊNCIA		
Índice	Ocorrência	Proporção
1	Remota	1:1.000.000
2 3	Pequena	1:20.000 1:4.000
4 5 6	Moderada	1:1000 1:400 1:80
7 8	Alta	1:40 1:20
9 10	Muito alta	1:8 1:2

**Figura 10** – Índice de Ocorrência

Fonte: Lobo (2010)

DETECÇÃO		
Índice	Detecção	Critério
1 2	Muito grande	Certamente será detectado.
3 4	Grande	Grande probabilidade de ser detectado.
5 6	Moderada	Provavelmente será detectado.
7 8	Pequena	Provavelmente não será detectado.
9 10	Muito pequena	Certamente não será detectado.

**Figura 11** – Índice de Detecção  
**Fonte:** Lobo (2010)

Conforme Palady (1950), o FMEA é composto por:

- Cabeçalho – Local determinado para preencher a descrição (do que se trata), o nome dos membros da equipe, data original (quando foi iniciado);
- As funções – função ou processo em que a falha está inserida;
- Os modos de falha – descrever a falha através da pergunta “Como esse processo deixa de desempenhar todas as funções que se espera?”
- Os efeitos – Consequência de modo de falha;
- As causas – razões pelas quais resultaram o modo de falha;
- As formas de controle – se existe controles ou sistemas em vigor de documentação;
- Severidade (S) – Qual a gravidade do efeito, índice medido numa escala de 1 a 10;
- Ocorrência (O) – Qual a frequência em que ocorre o modo de falha? Também medido em escala de 1 a 10;
- Detecção (D) – Qual a chance de identificar/ detectar a falha ou as causas? Assim a análise deve ser feita em duas opções, primeira, a chance de detectar a falha antes que o cliente receba. E a segunda, qual a chance de o cliente detectar o problema antes que a falha seja catastrófica?
- Elemento RPN – Sigla que significa Grau de Prioridade de Risco, é o produto das três escalas S, O e D.
- Ações recomendadas – Secção destinada a recomendar ações para prevenir e reduzir os modos de falha. Como também criar métodos que possibilitem uma melhor detecção das falhas;

- A situação das recomendações – etapa de avaliar a viabilidade das ações que foram recomendadas no tópico anterior.

O Quadro 4 representa a estrutura do FMEA, que pode ser utilizado tanto para FMEA de processos, como para FMEA de Produto.

FMEA									
PROCESSO: Responsável: Data: folha:								* FMEA de Processo	
								* FMEA de Produto	
						S - Severidade   O - Ocorrência   D - Detecção			
Descrição do processo	Funções do Processo	Tipo ou Modo de Falha Potencial	Efeito de falha Potencial	Causa da Falha em Potencial	Controle Atuais	Índices			
						S	O	D	RPN

**Quadro 4 -** Estrutura do FMEA

**Fonte:** Adaptado de Toledo e Amaral (2006)

### **3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

#### **3.1 ABORDAGEM**

O presente trabalho utiliza os métodos qualitativos para apresentar os fluxos dos processos, identificar as falhas e suas causas potenciais através do Diagrama de Ishikawa e da aplicação do método FMEA. Também utiliza o método quantitativo para fins de execução do cálculo do RPN bem como para o estabelecimento de prioridades de riscos através do Gráfico de Pareto.

#### **3.2 TIPO DE PESQUISA**

A pesquisa utilizada nesse trabalho pode ser caracterizada quanto aos meios e quanto aos fins, desta forma, os meios foram resultado de um estudo de caso, onde o pesquisador utilizou metodologias aplicadas a uma situação real, ou seja, a pesquisa foi realizada em um dos processos da empresa de estudo.

Quanto aos fins, a pesquisa foi descritiva-exploratória. Descritiva, pois busca descrever os processos da empresa em questão, sem, contudo, dar qualquer parecer sobre a realidade dos fatos observados. E exploratória, pois busca identificar causas e falhas potenciais do processo de Tratamento Anti-reflexo através da Metodologia FMEA.

#### **3.3 AMBIENTE DA PESQUISA**

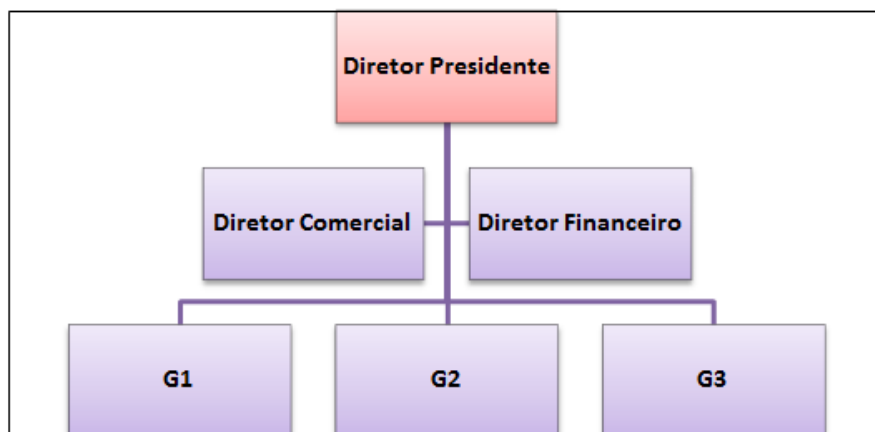
O ambiente de pesquisa foi realizado em uma empresa que possui competências no setor oftalmológico, pois fabrica lentes e armações, e ainda fornece serviços de laboratório óptico. A empresa está localizada na Cidade de João Pessoa, e atua no mercado brasileiro há 25 anos. A Figura 12 é a imagem vista de cima da fábrica, e que melhor demonstra a disposição dos três galpões Galpão da fabricação das lentes - G1, Galpão onde localiza o laboratório - G2 e Galpão da fabricação das armações G3.



**Figura 12** – Disposição dos complexos produtivos  
**Fonte:** Modificado pela autora (2018)

O presente trabalho estuda processos que são realizados em princípio no G2, e alguns subprocessos são executados no G1.

A Figura 13, ilustra o organograma atual da empresa em estudo.



**Figura 13** – Organograma da Empresa  
**Fonte:** Elaborado pela autora (2018)

Conforme demonstrado na Figura 13, de forma geral o G1, G2 e G3 respondem aos diretores, comercial e financeiro, enquanto que esses, respondem diretamente ao Diretor Presidente.

### 3.4 SUJEITOS DA PESQUISA

Os sujeitos da pesquisa são os responsáveis pela interação no estudo de caso. Ou seja, os colaboradores envolvidos na pesquisa e aplicação das ferramentas apresentados nos resultados.

O Quadro 5, detalha os sujeitos envolvidos na pesquisa:

Cargo	Escolaridade	Tipo da Função	Etapa da pesquisa
Diretor	Engenheiro Civil	Diretor financeiro. E responsável direto pelas atividades do Laboratório.	Etapa de Planejamento do FMEA, identificação das falhas e causa potenciais.
Gerente do Laboratório	Superior incompleto	Responsável por todos os processos que envolvem o Laboratório, e os colaboradores envolvidos.	Etapa de Planejamento do FMEA, identificação das falhas e causa potenciais, valores dos índices para cálculo do RPN e propostas de ações para melhorias.
Supervisor	Administrador e Técnico Oftálmico	Responsável pelos processos produtivos do laboratório. Técnico oftálmico de suporte para o Laboratório e Fábrica de lentes.	Etapa de Planejamento do FMEA, identificação das falhas e causa potenciais, valores dos índices para cálculo do RPN e propostas de ações para melhorias.
Inspetora de Qualidade	Ensino médio completo	Verificado de qualidade das lentes que irão passar pelo processo de Tratamento Anti-reflexo.	Identificação das falhas e causa potenciais, valores dos índices para cálculo do RPN.
Supervisor	Ensino médio completo	Supervisor do processo de anti-reflexo da fábrica (G1).	Identificação das falhas e causa potenciais, valores dos índices para cálculo do RPN.

**Quadro 5** - Sujeitos da pesquisa

**Fonte:** Elaborado pelo (2018).

### 3.5 VARIÁVEIS

A partir da definição dos objetivos da pesquisa, são determinadas as variáveis de análise na pesquisa de acordo com o Quadro 6:

Objetivos Específicos	Variável analisada	Vetor de investigação	Fonte
I - Descrever o fluxo dos processos, visando entender os processos que afetam a confiabilidade dos produtos e serviços da cadeia produtiva óptica;	Fluxo de processos	*Observar os fluxos de processo; *Mapear os processos através de fluxograma	Slack (2009) Menezes (2013)
II - Identificar as falhas e os potenciais efeitos dos processos que afetam a confiabilidade dos produtos e serviços da cadeia produtiva óptica;	Falhas e potenciais efeitos dos processos	*Identificar as falhas; *Utilizar a ferramenta dos 5 Porquês;	Lobo (2010); Toleto et al. (2017)
III - Analisar as causas das falhas dos processos que geram riscos a confiabilidade dos processos;	Causas das falhas dos processos	*Identificar as causas potenciais; *Diagrama de Ishikawa	Palady (1950); Lobo (2010)
IV - Mensurar o RPN ( <i>Risk Priority Number</i> ) dos processos que geram riscos a confiabilidade;	RPN - <i>Risk Priority Number</i> em FMEA de processos	*Identificar as causas potenciais; *Determinar os índices de S, O e D; *Calcular o RPN	Palady (1950); Lobo (2010)
V - Identificar as causas de falhas do RPN para determinação dos processos críticos	Identificação dos processos críticos	*Analisar valores dos RPN's; *Priorizar as falhas conforme Gráfico de Pareto; * Identificar a ocorrência das causas; * Identificar quais os processos críticos através das análises das causas.	Peinado e Graeml (2007); Lobo (2010); Menezes (2013)
VI - Propor ações para eliminar ou minimizar as causas das falhas dos processos críticos.	Ações para melhoria	*Levantar possíveis soluções para as falhas Potenciais	Lobo (2010)

**Quadros 6** – Variáveis da Pesquisa  
**Fonte:** Adaptado de Oliveira (2005)



O Quadro 6 demonstra quais as variáveis e vetores necessários para se atingir os objetivos antes determinados, e quais os principais autores que deram embasamento na pesquisa.

### 3.6 COLETA DE DADOS

Os dados foram coletados por meio de observações independentes ou por intermédio dos sujeitos da pesquisa (citados no tópico 3.4 desse trabalho), dados do sistema interno da empresa e pesquisa documentada. As análises do processo já estavam sendo realizadas através de observações referentes a um ano de pesquisa.

Os Anexo 1 e 2 são referentes a relatórios que o sistema interno da empresa gera como dados de análise em um determinado período, estes dados foram utilizados como fornecimento inicial da identificação das falhas relacionadas ao processo em estudo.

### 3.7 TRATAMENTO DE DADOS

Os dados da presente pesquisa foram realizados de modo qualitativo e quantitativo conforme os modelos:

O Quadro 7 simplifica como os dados devem ser utilizados para se obter os resultados esperados.

Objetivos	Tratamento dos dados	Resultado
I - Descrever o fluxo dos processos, visando entender os processos que afetam a confiabilidade dos produtos e serviços da cadeia produtiva óptica;	Identificar os processos de análise da pesquisa, seus <i>inputs</i> e <i>outputs</i> conforme Slack (p. 13), em seguida desenhar os fluxogramas do processo de acordo Menezes (p. 20)	Fluxograma detalhado dos processos
II - Identificar as falhas e os potenciais efeitos dos processos que afetam a confiabilidade dos produtos e serviços da cadeia produtiva óptica;	Identificar as falhas e potenciais efeitos através de <i>Brainstorming</i> e observação dos processos.	Quadro resultante com falhas e efeitos potenciais

III - Analisar as causas das falhas dos processos que geram riscos a confiabilidade dos processos;	Utilizar o Diagrama de Causa e Efeito para as falhas de cada processo de acordo com Oliveira (p. 26).	Diagrama de Causa e efeito para cada falha
IV - Mensurar o RPN ( <i>Risk Priority Number</i> ) dos processos que geram riscos a confiabilidade;	Construir o FMEA de acordo com Palady (p. 30), e assim identificar o RPN de cada falha.	FMEA de processo
V - Identificar as causas de falhas do RPN para determinação dos processos críticos	Fazer a análise de Pareto conforme Lobo (p. 27).	Identificação dos Processos críticos
VI - Propor ações para eliminar ou minimizar as causas das falhas dos processos críticos.	Através da elaboração do Gráfico de Pareto, conforme Lobo. Identificar as falhas críticas. E propor melhorias conforme Meneses (p.36)	Propostas de ação de melhorias dos processos críticos

**Quadro 8** – Tratamento dos dados**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

## 4. APRESENTAÇÃO E DISCURSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 MAPEAMENTO DOS PROCESSOS QUE AFETAM A CONFIABILIDADE

Para entender melhor como é o processo do tratamento AR se faz necessário entender de forma geral como funciona o Laboratório. É essencial compreender como funciona a logística dos atendimentos, que estruturalmente funciona com cinco pontos de atendimento, chamados de balcões. Que é onde os atendimentos aos clientes e cadastros dos serviços são realizados, e atualmente estão distribuídos nas cidades de João Pessoa, Campina Grande, Patos, Cajazeiras e Natal – RN. Porém os clientes também possuem outro meio, que é via internet através do WebPedidos, que permite que o próprio cliente faça os seus cadastros e faça o acompanhamento dos seus serviços.

Realizado os cadastros dos serviços, esses são enviados para o laboratório onde será gerado um pedido que constarão os produtos e/ou serviços solicitados pelo cliente.

Os processos do laboratório estão dispostos em cinco processos macros: expedição, surfaçagem tradicional, surfaçagem digital, tratamento anti-reflexo e montagem.

**Expedição** – Setor responsável pelo atendimento ao cliente, cadastros e alterações dos pedidos. Verificação das armações e lentes enviadas dos clientes. E finalmente a expedição dos pedidos quando finalizados.

**Surfaçagem tradicional** - Etapa responsável em processar uma lente semi-acabada para atingir uma dioptria prescrita, através da utilização de fôrmas.

**Surfaçagem digital** - Processamento de lente semi-acabada em lente com a dioptria prescrita, porém através de métodos e máquinas mais tecnológicas, e sem a necessidade da utilização das fôrmas. Processo também utilizado para fabricação das lentes *Free form*.

**Tratamento AR** – Processo responsável pela aplicação da película de AR.

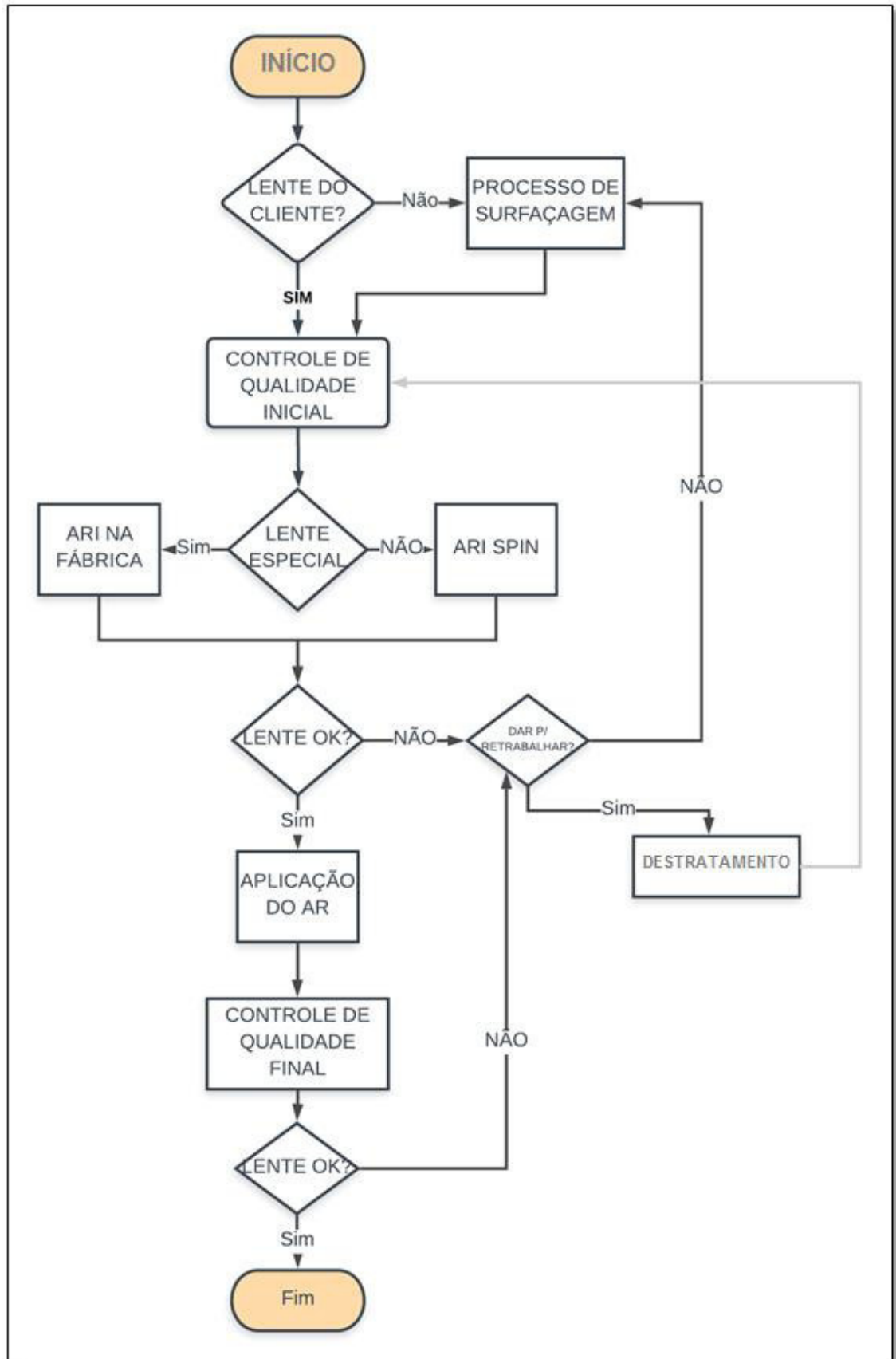
**Montagem** – Processo responsável pelo corte da lente de acordo com a armação escolhida pelo cliente.

Atualmente o Laboratório está com um percentual de 30% de atrasos dos pedidos, ou seja, indica que 30% dos pedidos estão sendo entregues fora do prazo de entrega. E foi identificado que o principal processo responsável por esse indicador é o do Tratamento AR, assim se fazendo necessária a aplicação da metodologia do FMEA, e aplica-la aos seus sub-processos.

- Controle de Qualidade Inicial (CQI);
- Aplicação do anti-risco por imersão (Ari-Fab);
- Aplicação do anti-risco *Spin* (AriS-Lab);

- Aplicação do anti-reflexo (AR);
- Controle de Qualidade Final (CQF).

A seguir, a Figura 14 demonstrado o fluxo dos processos diretamente relacionados ao Tratamento AR, quais suas variáveis e que procedimentos são tomados.



**Figura 14 - Fluxograma do Processo de AR**

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

A Figura 14 representa o Processo de anti-reflexo, no qual mostra que o processo é iniciado quando o pedido é recebido no laboratório, e em seguida é identificado se a lente que irá para o tratamento é do cliente ou se será fabricada na superfície. Finalizada a fase de identificação do pedido, se a lente for do cliente, o pedido será vinculado a uma bandeja e ficará aguardando a lente no laboratório, no caso contrário, a lente será surfacada.

Portanto quando a lente é finalizada na superfície, ou em caso de ser do cliente, a mesma já se encontra no laboratório esta é encaminhado para o controle de qualidade inicial, onde é feita a análise de conformidade das lentes, ou seja, se há algum defeito de cosmético, deformação, tonalidade, diâmetro (pois existe uma tolerância de diâmetro referente a especificações da máquina de AR), desse modo, é identificado se as lentes estão de acordo com os parâmetros definidos. Se estiverem conforme, é enviada para o processo de anti-risco, caso contrário, é solicitada uma nova lente. Posteriormente é definido para qual tratamento de anti-risco a lente será encaminhada, pois existe a possibilidade de ser aplicado o anti-risco na fábrica (Ari-Fab) ou no laboratório (AriS-Lab), essa decisão está associada ao tipo e tamanho da lente. Portanto após a lente receber o verniz no anti-risco ela está apta para receber a película do anti-reflexo caso não tenha ocorrido nenhuma falha no processo, se houve, verificar a possibilidade de a lente ser retrabalhada. Ao finalizar a aplicação do AR a lente é analisada no controle de qualidade final a fim de verificar a conformidade da lente após a aplicação do AR, se a lente estiver conforme padrões de qualidade o processo de AR é finalizado, na condição adversa será identificado à possibilidade de retrabalhar a lente, ou a necessidade de uma nova lente ser colocada em processo.

Quando o processo transcorre em fluxo perfeito as lentes são acompanhadas via sistema, portanto o pedido consta um histórico de acompanhamento referente as suas movimentações passadas e atuais, e assim clientes internos (colaboradores de processos seguintes), e clientes externos (os clientes – óticas) podem acompanhar em que etapa o pedido se encontra. Porém quando acontece alguma falha no processo que necessite que a lente de um determinado pedido seja retrabalhada ou substituída é gerado então um retoque (quando a lente é retrabalhada), ou uma requisição interna (que é a solicitação de uma nova lente ao estoque). Essas requisições geram um novo pedido, porém estão interligadas ao pedido original, e essas requisições são contabilizadas no sistema interno da empresa, a fim de quantificar os problemas envolvidos no processo.

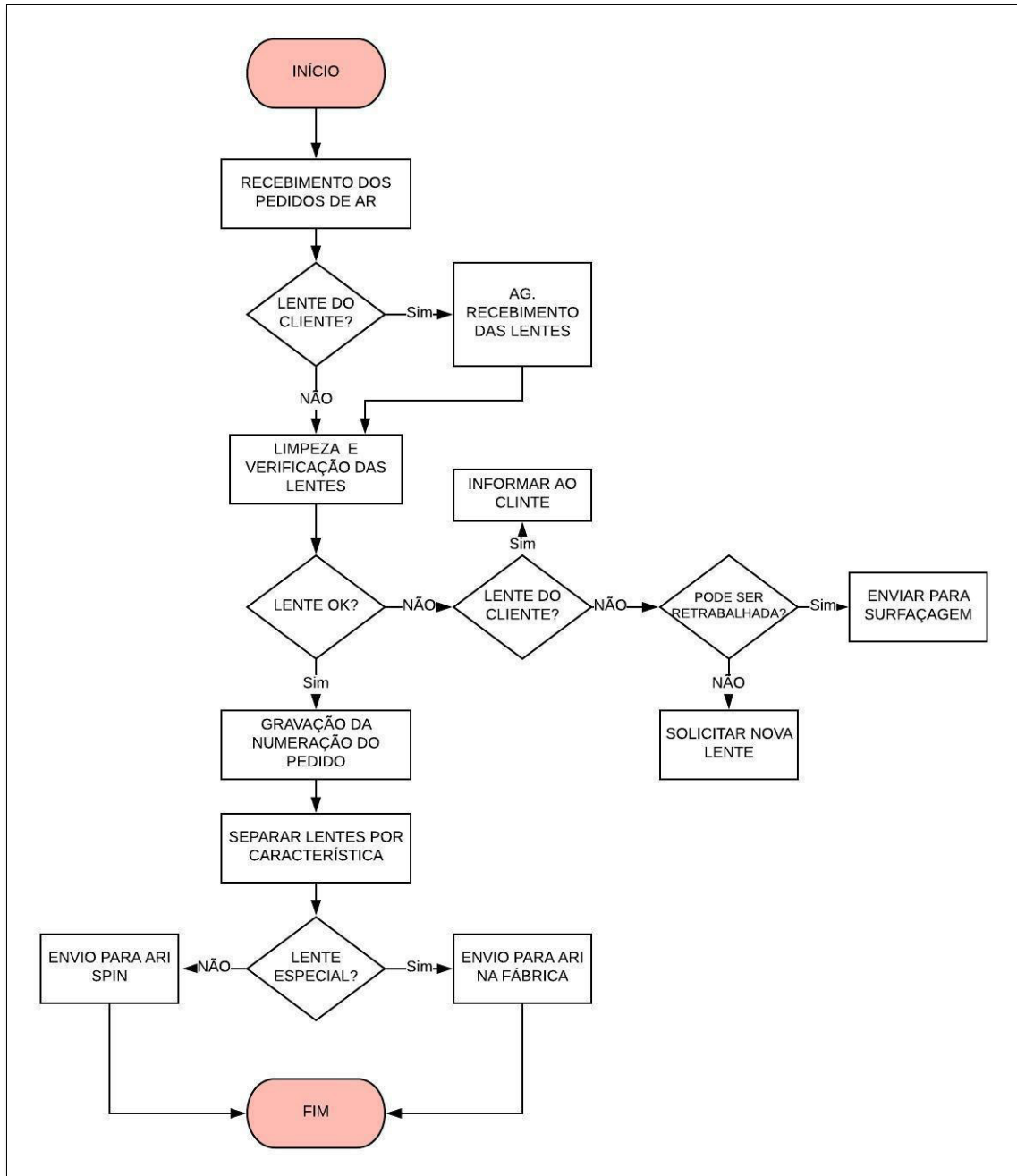
#### **4.1.1 Fluxo do processo do Controle de qualidade inicial**

Esse processo é realizado por apenas uma funcionária, e esta fisicamente no laboratório. O controle de qualidade inicial é responsável pela verificação das lentes que são enviadas pelos clientes, ou que são resultado da surfarçagem. Com intuito de analisar o cosmético das lentes, ou seja, se na sua massa estão presentes defeitos tais como: ponto, risco, deformação, ou defeitos provenientes da surfarçagem, portanto, avaliar se a lente esta apta para o processo de AR. Como também o diâmetro em que a mesma se encontra, visto que a máquina tem uma tolerância pré-determinada.

Nessa etapa também é feita a gravação dos pedidos nas lentes, ou seja, cada lente é gravada com seu pedido correspondente, evitando assim que durante o processo as lentes sejam trocadas ou confundidas.

O CQI inicia-se com o recebimento das lentes designadas para receber o tratamento AR, posteriormente é feita a limpeza e a análise de qualidade das lentes simultaneamente. Finalizada essa etapa é então determinada se a lente está apta ou não a dar continuidade para o processo seguinte. Se a lente não for aprovada e for uma lente enviada pelo cliente, este é informado sobre a reprovação. Porém se foi uma lente surfada pelo laboratório é feita uma análise se esta será retrabalhada ou solicitada uma nova (requisição interna). Contudo se a lente foi aprovada esta receberá uma gravação referente ao pedido a que esta associada. Após gravações os serviços são separados de acordo com as características das lentes e determinado para qual anti-risco será enviado.

A Figura 15 demonstra o fluxograma desse subprocesso.



**Figura15** - Fluxograma do CQI  
**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

De acordo com o fluxograma disposto na Figura15, o processo é iniciado com o recebimento do pedido, e finalizado com o envio da lente para o tratamento de anti-risco. Esse processo é crucial, pois é feita uma triagem das lentes antes de prosseguirem o processo, portanto se análises forem feitas como estabelecido o resultante no final aspira a ser positivo se não houver falhas nos processos seguintes. Entretanto se defeitos não forem identificados nessa primeira verificação, resultaram em retrabalhos nos próximos processos ou só serão



identificados depois de finalizado o tratamento AR, e consequentemente ocasionando um retorno do serviço para o tratamento anti-reflexo.

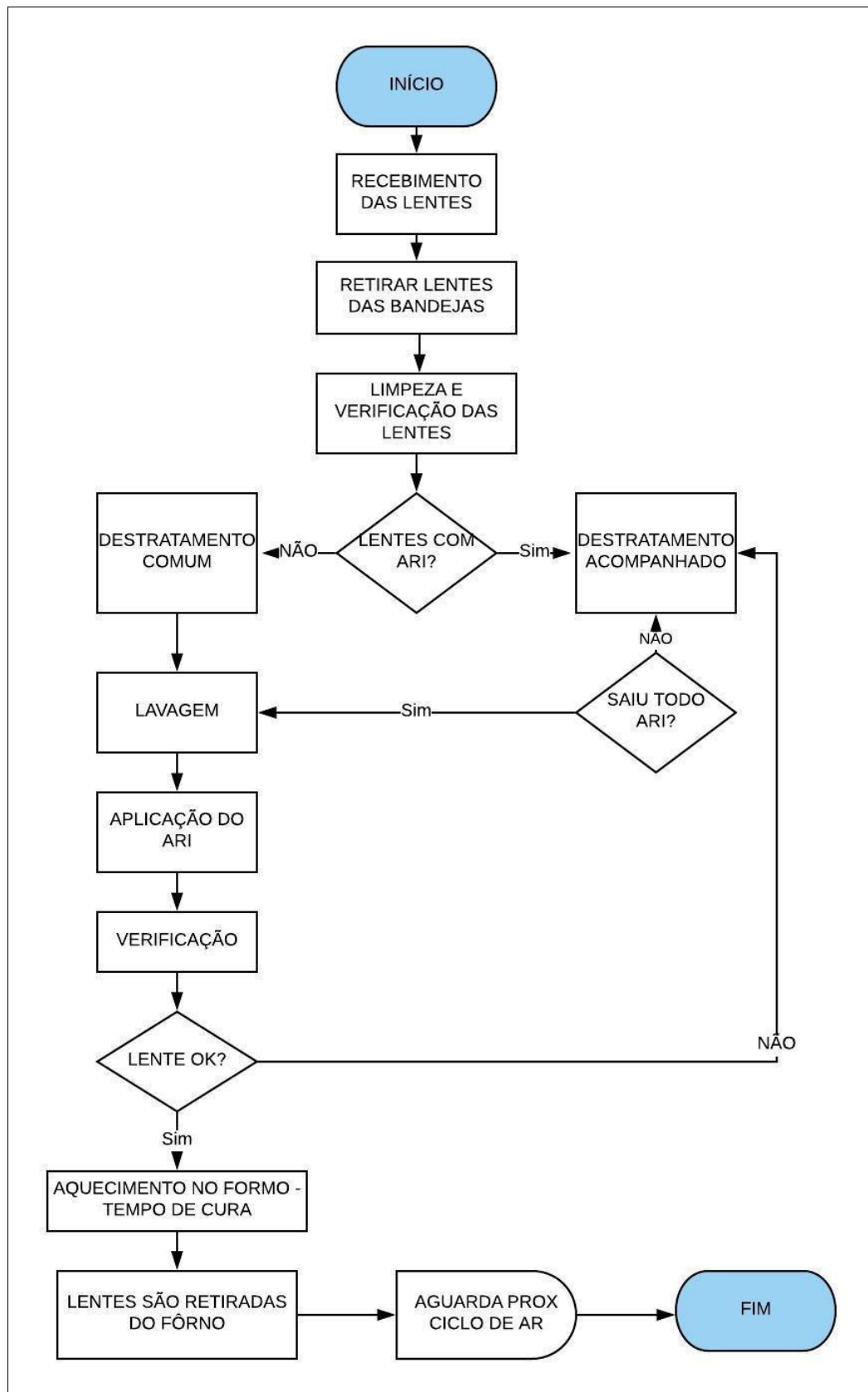
#### **4.1.2 Fluxo do Processo da Aplicação do anti-risco por imersão**

Este processo é extremamente necessário para aplicação do AR, pois a aplicação do anti-risco é uma base para recebimento da película do anti-reflexo.

O Ari-Fab pode ser aplicado em todo tipo de lente, porém o laboratório só envia alguns casos específicos que são: lentes já cortadas (no tamanho da armação), lentes de material policarbonato, lente do tipo flat-top (lente bifocal com película externa) e lente de dioptria muito negativa (pois possuem centro muito fino e deformam com facilidade ao receber temperatura intensa). Mesmo sendo um processo que permite aplicação em todas as lentes, essa determinação foi feita pela diretoria da empresa.

O processo é iniciado com o recebimento das lentes no setor, onde essas serão retiradas das bandejas das quais pertencem e passam por uma verificação rápida enquanto é feita a limpeza. Nessa etapa é identificado se as lentes já possuem anti-risco, e separadas das que não possuem, pois existem lentes que já possuem anti-risco na sua fabricação, ou a lente pode ser fruto de um retrabalho. Posteriormente as lentes são montadas em gaiolas (equipamento de metal onde as lentes são encaixadas) de acordo com essa identificação, onde ficaram durante maior parte do processo. O processo seguinte é do destratamento da lente, para as que não possuem anti-risco o tempo de destratamento já é estabelecido, já para as lentes com anti-risco o destratamento é feito com acompanhamento até que todo o verniz da lente seja totalmente retirado. Depois da lente destratada as gaiolas são colocadas na máquina de anti-risco que é subdividida em etapas que vão de lavagem, secagem, aplicação do *primer* (substância necessária para recebimento do anti-risco), secagem novamente e finalmente a aplicação do verniz de anti-risco, todo o processo é feito por imersão e de forma automática já programada na máquina. Ao finalizar a etapa na máquina as lentes passam por uma verificação para identificar se a aplicação do anti-risco foi de qualidade, se o resultado não foi bom a lente volta para o processo de destratamento, porém se a lente saiu conforme estabelecido ela será encaminhada para o forno onde será aquecida durante uma hora até finalizar o tempo de cura do anti-risco. Finalizada a aplicação do Ari-Fab as lentes ficam aguardando o próximo ciclo de AR.

No fluxograma da Figura 16 o processo é demonstrado:



**Figura 16 - Fluxograma do Ari-Fab**

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

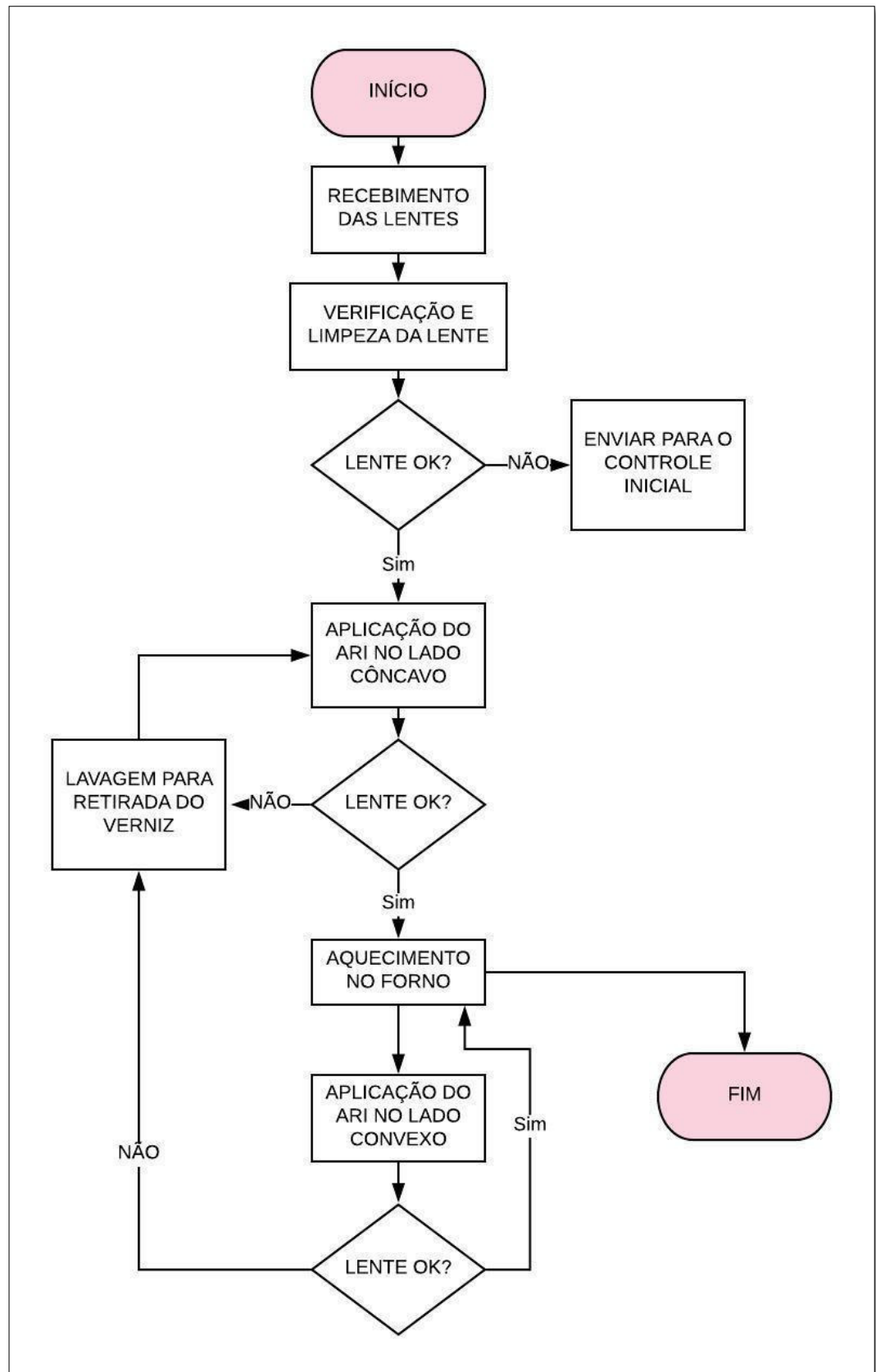
No fluxograma da Figura 16, o processo do anti-risco aplicado na fábrica é iniciado com o recebimento das lentes no setor, e finalizado com as lentes prontas para prosseguir ao trat AR, aguardando apenas o próximo ciclo.

#### **4.1.3 Fluxo do processo da aplicação do anti-risco *Spin***

O AriS-Lab é o outro tipo de aplicação de anti-risco, para esse processo são enviados a maior parte dos pedidos do laboratório, ou seja, com exceção apenas das lentes enviados para a fábrica.

O processo também é realizado de forma diferente, pois a lentes são trabalhadas face a face, e a aplicação do verniz é feita através de um jato, a lente é fixada em um eixo e este gira enquanto o jato com verniz é direcionado para lente.

O AriS-Lab é iniciado com o recebimento das lentes no setor, nesse tipo de processo a aplicação é feita uma lente por vez. Portanto é feita a limpeza e verificação da lente, feito isso, é colocada na máquina para aplicação do verniz do anti-risco no lado côncavo da lente, se ela estiver conforme, é inserida no forno para aquecimento do anti-risco. Posteriormente é feito da mesma forma do lado convexo da lente. Se após a aplicação do anti-risco (antes de ser levada ao forno) for detectado alguma imperfeição na aplicação, a lente é lavada e retorna para repetir o procedimento. Depois de finalizado o processo é necessário um tempo de uma hora em temperatura ambiente para cura total do anti-risco.



**Figura 17** - Aplicação do AriS-Lab  
**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

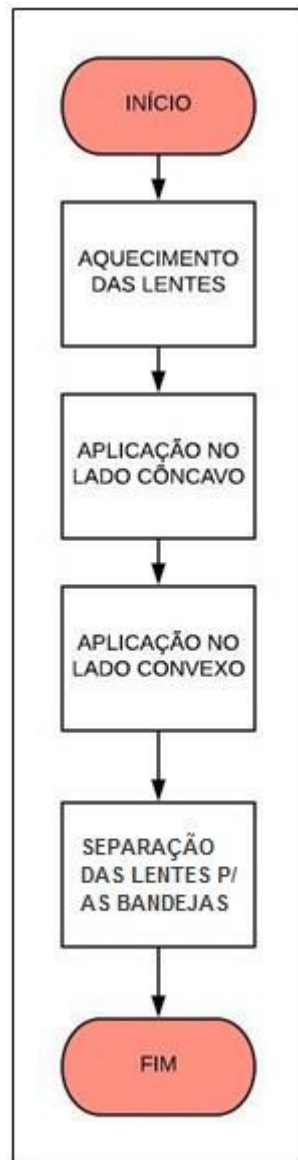
Como demonstrado no fluxograma da Figura 17, o processo de AriS-Lab também é responsável pela aplicação do verniz na lente, porém o procedimento é feito de forma diferente. A cobertura do anti-risco nesse tipo de procedimento permite uma espessura maior do verniz e consequentemente uma maior qualidade ao final do processo, por esse motivo que a maior parte dos pedidos são feitos através dessa aplicação.

#### **4.1.4 Fluxo do Processo da aplicação do Anti-reflexo**

Esse é o processo onde efetivamente a lente recebe a película de anti-reflexo, pois todos os processos anteriores são etapas necessárias para o processo do AR.

O processo de aplicação do anti-reflexo inicia-se com o recebimento das lentes que vieram do tratamento anti-risco, independentemente do processo pelo qual foi realizado. De forma geral, as lentes que receberam o anti-risco ficam aguardando o próximo ciclo de AR, e devido a essa espera a lente perde a temperatura adquirida no forno e retornam a temperatura ambiente. Portanto para que o processo de AR seja iniciado as lentes precisam ser inicialmente aquecidas para posteriormente serem alocadas na máquina de AR.

O ciclo do tratamento AR é dividido em duas etapas: aplicação do lado côncavo da lente, e posteriormente no lado convexo. Finalizada as aplicações, as lentes são separadas para suas bandejas específicas, e o processo é finalizado.



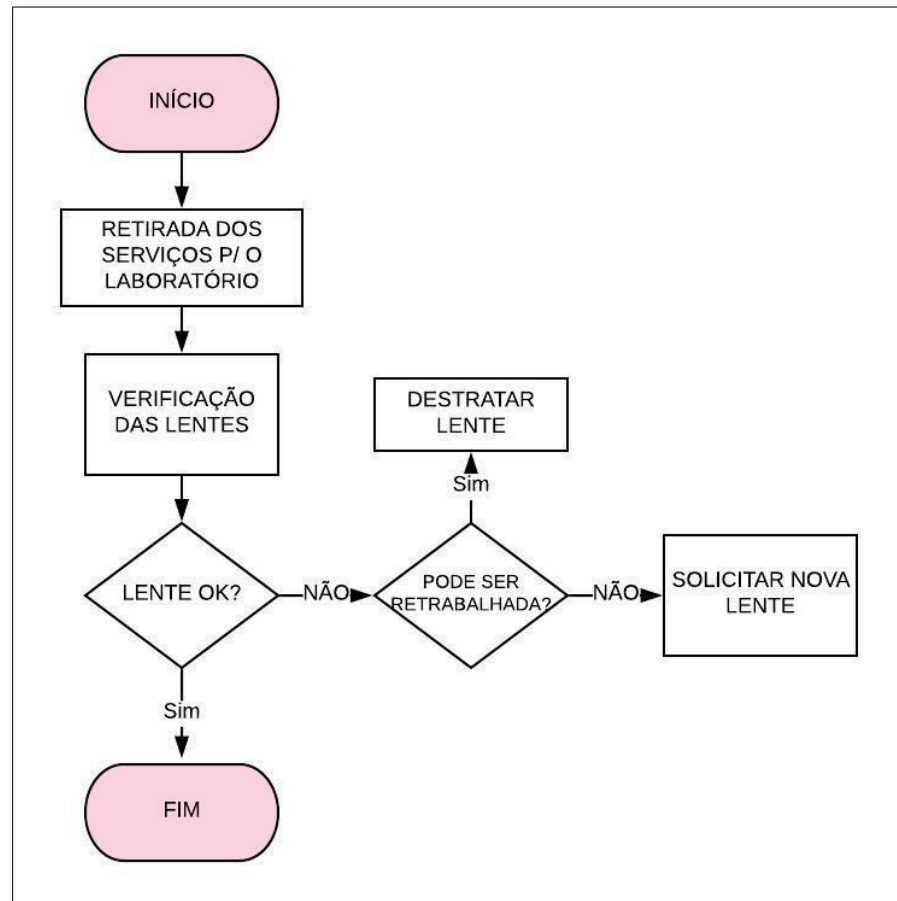
**Figura 18** - Fluxograma do AR  
**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Como visto na Figura 18, o processo de aplicação de AR é suscito, pois compreende praticamente o processamento da máquina. E a conformidade do processo é garantida em parte pela qualidade nos processos anteriores, ou pela manutenção da máquina de AR.

#### 4.1.5 Fluxo do processo do Controle de Qualidade Final

O CQF é o processo que finaliza a etapa do Tratamento Anti-reflexo. Esse controle de qualidade tem por função determinar se a lente foi aprovada ou se existe alguma não-conformidade na lente com tratamento.

Como a aplicação do AR é realizada na fábrica, os serviços são retirados e verificados no laboratório, se a lente estiver aprovada o processo de anti-reflexo esta finalizado. Na condição do resultado ser negativo é verificada a possibilidade de a lente ser retrabalhada, ou se não for viável, solicitar uma nova lente.



**Figura 19 - Fluxograma do CQF**

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Como mostrado na Figura 19, o fluxograma demonstra um fechamento de um ciclo geral, ou seja, o término do processo de Controle final resulta também na finalização do Processo de AR. E identificação de uma falha na lente apenas nessa etapa, indica que todo o processamento realizado foi perdido, e dependendo da não-conformidade a lente terá que ser refeita novamente.

## 4.2 IDENTIFICAÇÃO DAS FALHAS E OS POTENCIAIS EFEITOS NOS PROCESSOS QUE AFETAM A CONFIABILIDADE

Através desse tópico as falhas e efeitos de cada processo do tratamento anti-reflexo serão expostas, tais resultados foram obtidos através de reuniões utilizando a ferramenta *Brainstorming*.

### 4.2.1 Falhas e efeitos no processo de Controle de Qualidade Inicial

Nesse processo as falhas estão relacionadas as atividades que não foram executadas da forma correta, ou por falha no método utilizado. Assim o Quadro 8 pontua as falhas que foram detectadas no processo de CQI, e qual o efeito resultante.

FALHA	DESCRIÇÃO DA FALHA	EFEITO
Aprovação de lente com defeito	Algumas lentes mesmo depois de verificadas pelo controle de qualidade da superfície são aprovadas incorretamente com algum tipo de defeito no cosmético da lente. Ou quando a lente é enviada pelo cliente supostamente perfeita, mas que possui algum defeito. Em ambos os casos esses defeitos deveriam ser identificados pelo CQI, quando essa identificação não é efetivada as lentes passam para o processo seguinte com essa falha.	Esta falha resulta inicialmente no atraso do pedido, pois esta deveria ser identificada. Como o problema em grande parte das vezes é identificado no processo de aplicação do anti-risco, resulta em perda desse processo, pois a aplicação do verniz não fica perfeito.
Gravar lente com numeração do pedido errado	Essa falha pode ocorrer de duas formas, a primeira e mais comum, pode ser originada devido a troca das lentes em bandejas as quais não pertencem. Ou pode ocorrer da gravação ser feita de um número errado. Ambas as formas resultam em pedidos trocados, ou seja, lente com numeração de um pedido errado.	A troca das numerações resulta em troca de serviços. Tal falha influencia em montagem de pedidos errados e em clientes completamente insatisfeitos.
Risco na lente	Lentes com imperfeições em decorrência de riscos.	Lentes com riscos necessitam de retrabalhos, ou seja, retorno para a superfície para uma possível retirada dos riscos. Ou em casos de riscos mais fortes se torna necessário a substituição das lentes com a falha.
Gravar lente na posição errada	Quando a gravação não é feita de acordo com o eixo na horizontal presume-se que foi feita de forma incorreta.	Estando a gravação na localidade errada da lente a possibilidade de os números aparecerem no corte da montagem é bem maior, assim se a falha ocorrer se torna necessária a substituição das lentes.



Desobediência da sequência das ordens de serviços	Quando a sequência dos pedidos não é obedecida.	Atraso dos pedidos para o próximo processo, e consequentemente do prazo de entrega.
---	---	---

**Quadro 8 - Falhas e efeitos no Processo de CQI**

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

#### 4.2.2 Falhas e efeitos no processo de Aplicado do anti-risco por imersão

Nesse processo as falhas são em decorrência da aplicação do verniz. Assim o Quadro 9 pontua as falhas que foram detectadas no processo de Aplicação Ari-Fab, e qual o efeito resultante.

FALHA	DESCRIÇÃO DA FALHA	EFEITO
Destratamento mal realizado	Quando a etapa não cumpre com o especificado, ou seja, quando a lente não sai com os poros ativos (prontos para a limpeza profunda). Ou quando o processo não consegue fazer a retirada do anti-risco existente nas lentes.	O destratamento é uma etapa importante do processo de Ari-Fab, e também é o processo necessário em caso de retrabalhos do tratamento. Se o processo não é efetuado de forma correta a lente tem que retornar a essa etapa até que esteja concluída a função do destratamento, o que aumenta o <i>leadtime</i> do processo. No pior cenário quando a lente é destratada muitas vezes a lente perde suas características, necessitando da substituição das lentes.
Pontos de verniz	A lente fica com “pontos” em sua superfície, ou seja, não fica uniforme a aplicação do verniz.	A lente tem que ser retrabalhada, ou seja, tem que passar pelo processo de destratamento e novamente a aplicação do anti-risco.
Riscos na lente	Lentes com imperfeições em decorrência de riscos.	A lente tem que ser retrabalhada, ou seja, tem que passar pelo processo de destratamento e novamente a aplicação do anti-risco. Caso o risco seja muito forte existe a possibilidade de substituição das lentes.
Escorrimento do verniz	Quando após a aplicação do anti-risco a cobertura do verniz não fica uniforme. A camada do verniz fica mais espessa em lugares específicos da lente.	A lente tem que ser retrabalhada, ou seja, tem que passar pelo processo de destratamento e novamente a aplicação do anti-risco.
Mal funcionamento do PEPS	Quando a sequência dos pedidos não é realizada.	Atraso dos pedidos.

**Quadro 9 - Falhas e efeitos no Processo de Aplicação do Ari-Fab**

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

#### 4.2.3 Falhas e efeitos no processo de Aplicado do anti-risco *Spin*

Nesse processo as falhas são em decorrência da aplicação do verniz. Assim o Quadro 10 pontua as falhas que foram detectadas no processo de Aplicação AriS-Lab, e qual o efeito resultante.

FALHA	DESCRIÇÃO DA FALHA	EFEITO
Ponto de verniz	A lente fica com “pontos” em sua superfície, ou seja, não fica uniforme a aplicação do verniz.	A lente tem que ser retrabalhada, ou seja, tem que passar pelo processo de destratamento e novamente a aplicação do anti-risco.
Defeito de aplicação	Quando a aplicação do anti-risco não sai como projetado.	Lente deve ser lavada para retirada do verniz, aumento assim o leadtime do processo.
Riscos na lente	Lentes com imperfeições em decorrência de riscos.	A lente tem que ser retrabalhada, ou seja, tem que passar pelo processo de destratamento e novamente a aplicação do anti-risco.
Lente com mancha	Quando a lente já com verniz sai do forno com mancha.	A lente tem que ser retrabalhada, ou seja, tem que passar pelo processo de destratamento e novamente a aplicação do anti-risco.
Deformação no centro da lente	Quando a lente sofre uma mudança de curva no centro da lente.	Pode resultar em mudança na dioptria. Aumento do <i>leadtime</i> devido a retrabalho. Ou em caso mais crítico a necessidade de substituição das lentes.

**Quadro 10** - Falhas e efeitos no Processo de Aplicação do AriS-Lab

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

#### 4.2.4 Falhas e efeitos no processo de Aplicação do Anti-reflexo

Nesse processo as falhas são em decorrência da aplicação do anti-reflexo. Assim o Quadro 11 pontua as falhas que foram detectadas no processo de Aplicação do Anti-reflexo, e qual o efeito resultante.

FALHA	DESCRIÇÃO DA FALHA	EFEITO
Tonalidade diferente da estabelecida	Quando após a aplicação do AR a tonalidade do filme fica diferente.	Aumento do <i>leadtime</i> devido a lente ter que ser retrabalhada, ou seja, tem que passar pelo processo de destratamento e iniciar novamente o processo.
Mancha branca na lente	Mancha esbranquiçada na lente.	Aumento do <i>leadtime</i> devido a lente ter que ser retrabalhada, ou seja, tem que passar pelo processo de destratamento e iniciar novamente o processo.

Mal funcionamento do PEPS	Quando a sequência dos pedidos não é realizada.	Atraso dos pedidos.

**Quadro 11** - Falhas e efeitos no Processo de Aplicação do AR

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

#### 4.2.5 Falhas e efeitos no processo de Controle de Qualidade Final

Nesse processo as falhas estão relacionadas as atividades que não foram executadas da forma correta. Assim o Quadro 12 pontua as falhas que foram detectadas no processo de Controle de Qualidade Final, e qual o efeito resultante.

FALHA	DESCRIÇÃO DA FALHA	EFEITO
Liberação de lente com defeito	Quando defeitos não são identificados no CQF.	Defeito é repassado para o cliente e este fica insatisfeito.
Liberar lente em bandejas trocadas	Quando as lentes são separadas de forma incorreta, e são enviadas trocadas para o cliente ou para o processo de montagem.	Lentes enviadas erradas. Clientes insatisfeitos. Caso identificado, necessidade de substituição das lentes
Risco na lente	Lentes com imperfeições em decorrência de riscos.	A lente tem que ser retrabalhada, ou seja, tem que passar pelo processo de destratamento e novamente reiniciar todo o processo.
Desobediência da sequência das ordens de serviços	Quando a sequência dos pedidos não é obedecida.	Atraso dos pedidos para o próximo processo, e consequentemente do prazo de entrega.

**Quadro 12** - Falhas e efeitos no Processo de CQF

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Assim, este tópico obteve como resultado a identificação das falhas de cada processo, e quais os efeitos que essas falhas proporcionam. Porém a análise do FMEA faz o questionamento das falhas e causas potenciais, portanto, o estudo e análise das causas das falhas identificadas são abordadas no próximo tópico.

### 4.3 ANÁLISE DAS CAUSAS DAS FALHAS DOS PROCESSOS QUE AFETAM A CONFIABILIDADE

#### 4.3.1 Diagrama de Causa e Efeito para as falhas do processo de CQI

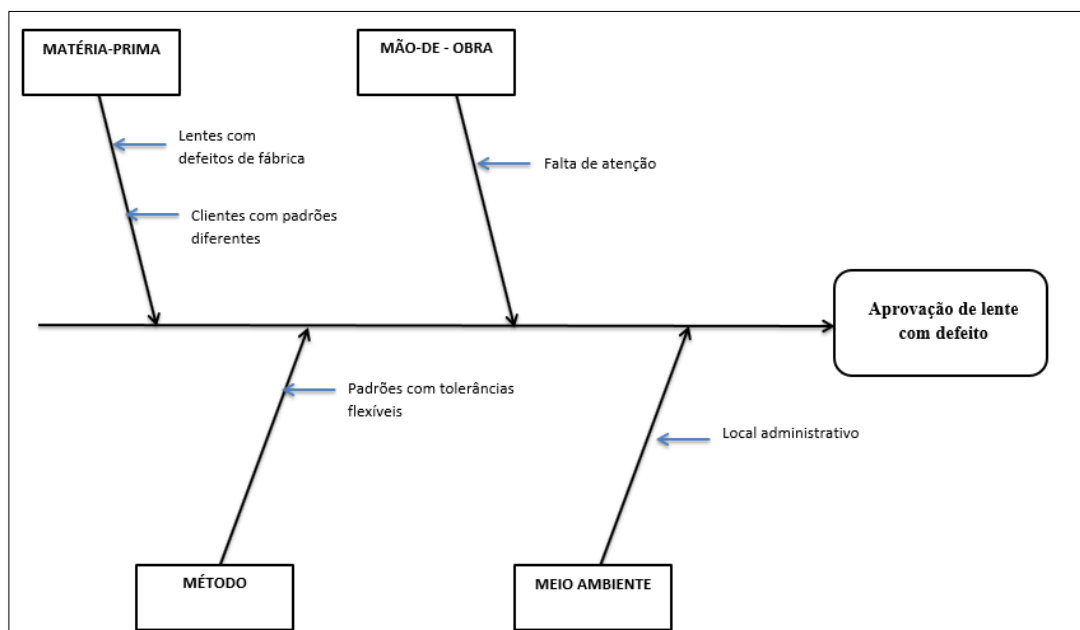
Para a análise do processo CQI foram identificadas as seguintes falhas: Aprovação de lente com defeito; Gravar lente com numeração do pedido errado; Risco na lente; Gravar lente na posição errada, Desobediência da sequência das ordens de serviços.

Para cada falha potencial foram produzidos Diagramas de Ishikawa e quadro de análise, para descrever a falha e ao final estabelecer a causa potencial que gera a não conformidade no processo.

##### 4.3.1.1 Aplicação do Diagrama de Causa e Efeito na falha: Aprovação de lente com defeito

Essa falha ocorre quando o CQI aprova uma lente com defeito, ou seja, aprova uma lente que na realidade deveria ser reprovada, pois esse defeito vai permanecer na lente durante todo o processo até que seja identificado.

Para a falha “Aprovação de lente com defeito” a Figura 20 ilustra o diagrama de Ishikawa.



**Figura 20** - Diagrama de Ishikawa para falha "aprovação de lente com defeito"

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Para esclarecer a Figura 20, no Quadro 13 estão descritos detalhadamente os resultados obtidos referentes às causas.

PROCESSO: Controle de qualidade inicial		
FALHA POTENCIAL: Aprovação de lente com defeito		
6M	Causa	Descrição
Matéria-prima	Lentes com defeito de fábrica	Existem muitas lentes no estoque com defeito de bloco relacionado a cosmético, ou seja, já entram em processos lentes com pontos, riscos, rebarba, entre outros. Essas lentes são inseridas no processo sem nenhuma triagem, e consequentemente muitos serviços por falta de atenção são passados para próxima etapa.
	Clientes com padrões diferentes	De acordo com a Norma NBR 15094, os laboratórios possuem padrões estabelecidos de qualidade para lente oftálmicas, porém independentemente das normas estabelecidas muitos laboratórios trabalham com padrões próprios. Devido a essas ramificações nem sempre o conceito de qualidade de um laboratório é equivalente ao da empresa, portanto muitas vezes o que é classificado como não conformidade no CQI já foi autorizado pelo cliente, e o mesmo classifica o defeito em questão como aceitável.
Mão-de-obra	Falta de atenção	Para a verificação das lentes todos os fatores de qualidade devem ser verificados, porém muitas vezes defeitos passam despercebidos pela falta de atenção por outras atividades envolvidas, ou por descuido.
Máquina	-	Não foi identificado
Método	Padrões com tolerâncias flexíveis	O CQI é feito de acordo com padrões já determinados para que uma lente seja aprovada. Porém é comum que defeitos sejam autorizados por outros fatores, tais quais: pedido já em atraso, cliente que não é muito exigente, pedido de licitação, ou autorizado pelo próprio cliente. Portanto essas tolerâncias fora das especificadas tornam o processo impreciso quanto à conformidade.
Medição	-	Não foi identificado.
Meio ambiente	Local administrativo	O ambiente onde atualmente é feito o CQI é localizado no setor administrativo do laboratório devido inspetora de qualidade também auxiliar com os processos administrativos. Porém o ideal seria um local mais isolado com uma cabine de verificação para garantir um lugar mais tranquilo.

**Quadro 13** - 6M da falha "Aprovação de lente com defeito"

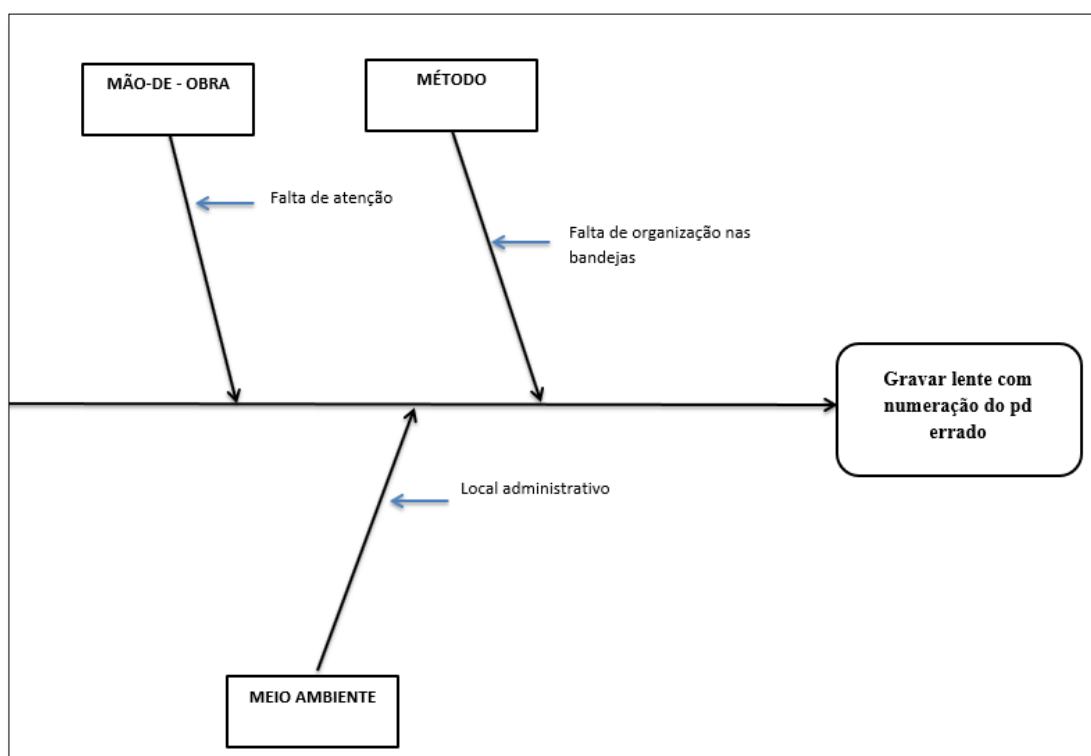
**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Como descrito no Quadro 13, várias são as causas que influenciam para que o processo não finalize como determinado. Porém para a análise do FMEA o estudo é feito para a causa potencial, obtendo assim que “Falta de atenção” é a causa mais relevante entre as abordadas, pois se a análise da lente for feita com cautela o defeito é identificado.

#### 4.3.1.2 Aplicação do Diagrama de Causa e Efeito na falha: Gravar lente com numeração do pedido errado

Desde a geração e impressão dos pedidos, ao ser impresso, o pedido é vinculado a uma bandeja que possui uma numeração de identificação. Quando o pedido é de tratamento anti-reflexo, ao finalizar o processo de surfacagem, ou ao receber a lente do cliente, a lente ao chegar no CQI é identificada com a numeração da bandeja em que o pedido foi vinculado no início do processo. Essa identificação é feita por meio da gravação do número da bandeja na lente.

Para a falha “Gravar lente com numeração do pedido errado” a Figura 21 ilustra o diagrama de Ishikawa.



**Figura 21** - Diagrama de Ishikawa para falha "Gravar lente com numeração do pedido errado"

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Para esclarecer a Figura 21, no Quadro 14 estão descritos detalhadamente os resultados obtidos referentes as causas.

PROCESSO: Controle de qualidade inicial		
FALHA POTENCIAL: Gravar lente com numeração do pedido errado		
6M	Causa	Descrição
Matéria-prima	-	Não foi identificado.

Mão-de-obra	Falta de atenção	O CQI recebe as lentes dentro das bandejas, portanto o processo anterior garante essa conformidade, pois foram verificadas as dioptrias da lente conforme pedido. Assim se houve uma troca dos números de pedido na gravação é em decorrência de desatenção da inspetora de qualidade durante a atividade.
Máquina	-	Não foi identificado.
Método	Falta de organização das bandejas	É comum que as bandeja na mesa de verificação fiquem dispersas e misturadas, sem seguir um fluxo. Portanto esse fator também pode influenciar em uma troca de pedidos na gravação.
Medição	-	Não foi identificado.
Meio ambiente	Local administrativo	Como mencionado no Quadro 1, as funções administrativas da funcionária responsável pelo CQI contribuem para uma falha no processo.

**Quadro 14** - 6M da falha "Gravar lente com numeração do pedido errado"

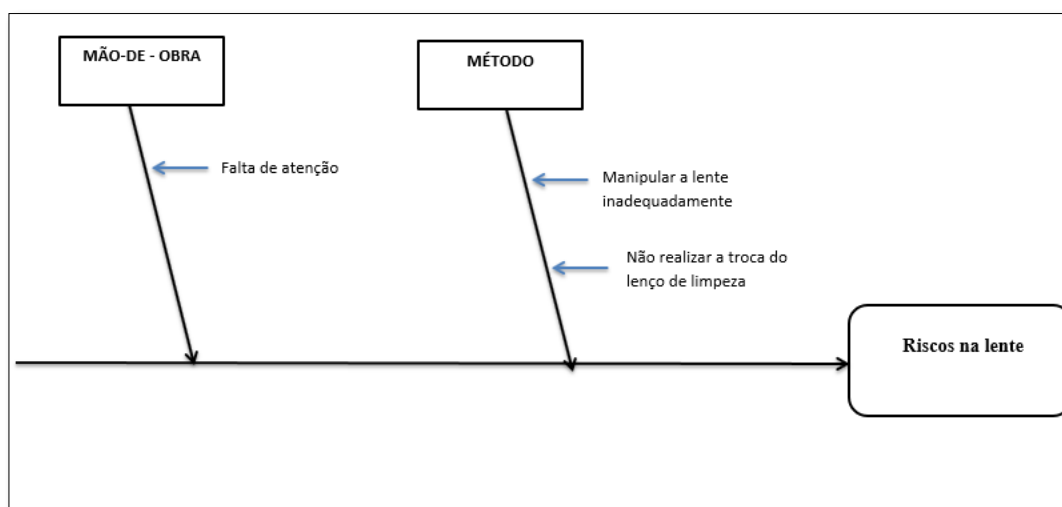
**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Portanto como verificado no Quadro 15, as gravações são feitas erradas por descuido na execução da tarefa, assim essa é causa potencial.

#### 4.3.1.3 Aplicação do Diagrama de Causa e Efeito na falha: Riscos na lente

Um dos requisitos de qualidade estabelecidos pelo setor óptico determina que as lentes possuam superfície sem nenhum defeito ou deformidade. O risco na lente em termos gerais, é um defeito provoca no processo.

Para a falha “Risco na lente” a Figura 22 ilustra o diagrama de Ishikawa.



**Figura 22** - Diagrama de Ishikawa para falha "Riscos na lente"

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Para esclarecer a Figura 22, no Quadro 15 estão descritos detalhadamente os resultados obtidos referentes as causas.

PROCESSO: Controle de qualidade inicial		
FALHA POTENCIAL: Riscos na lente		
6M	Causa	Descrição
Matéria-prima	-	Não foi identificado.
Mão-de-obra	Falta de atenção	Não verificar se na manipulação, a lente está sendo submetida a algum fator que resulte em risco.
Máquina	-	Não foi identificado.
Método	Manipular a lente inadequadamente	Não obedecer aos padrões de manipulação da lente.
	Não realizar a troca do lenço de limpeza	Padrões estabelecem que o lenço deve ser usado apenas uma única vez e descartado. Se no procedimento de limpeza essa norma não estiver sendo atendida é provável que o lenço absorva impurezas que podem riscar a lente.
Medição	-	Não foi identificado.
Meio ambiente	-	Não foi identificado.

**Quadro 15** - 6M da falha "Riscos na lente"

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

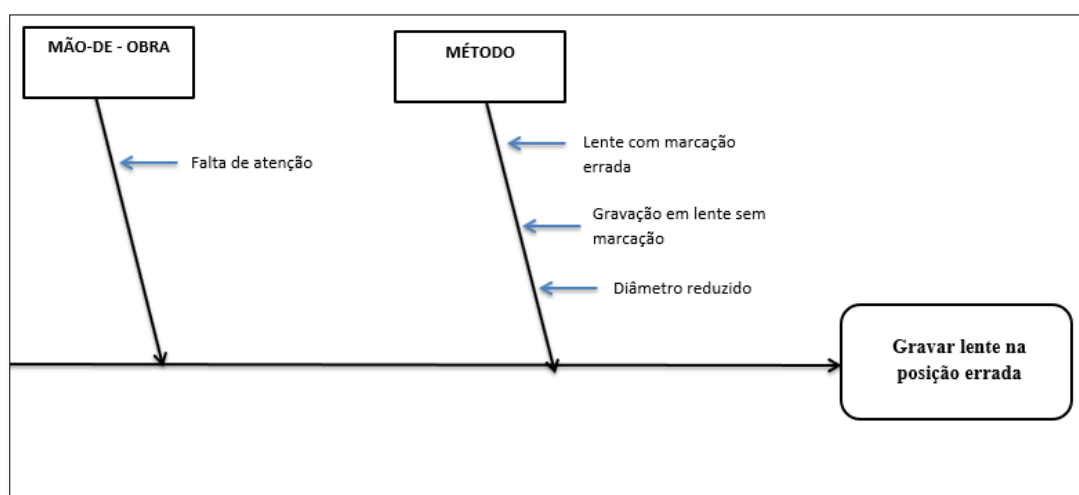
De acordo com o quadro anterior é identificado que a falha potencial é referente a limpeza realizada de forma incorreta, pois obedecendo os procedimentos corretos a probabilidade de ocorrer um risco é subitamente pequena.

#### 4.3.1.4 Aplicação do Diagrama de Causa e Efeito na falha: Gravar lente na posição errada

Essa falha está associada principalmente com o processo posterior ao de tratamento AR, a montagem, pois se a marcação não for realizada no campo que é orientada (parte superior da lente com base no eixo), a probabilidade da gravação ficar no campo de corte da armação é bem maior, resultando na perda da lente.

Para a falha “Grava lente na posição errada” a Figura 23 ilustra o diagrama de Ishikawa.





**Figura 23** - Diagrama de Ishikawa para falha "Gravar lente na posição errada"

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Para esclarecer a Figura 23, no Quadro 16 estão descritos detalhadamente os resultados obtidos referentes as causas.

PROCESSO: Controle de qualidade inicial		
FALHA POTENCIAL: Gravar lente na posição errada		
6M	Causa	Descrição
Matéria-prima	-	Não foi identificado.
Mão-de-obra	Falta de atenção	Não ter atenção se a gravação está sendo feita na posição normatizada pela empresa.
Máquina	-	Não foi identificado.
Método	Lente com marcação errada	Lente veio marcada errada de processos anteriores. No CQI não faz essa verificação.
	Gravar lente sem marcação	Não obedecer a instrução da empresa que a gravação só pode ser feita em lentes marcadas.
	Diâmetro reduzido	Lente com diâmetro reduzido praticamente ao tamanho da armação que será utilizada para montagem. Na execução da gravação a análise referente ao diâmetro deve ser feita.
Medição	-	Não foi identificado.
Meio ambiente	-	Não foi identificado.

**Quadro 16** - 6M da falha "Gravar lente na posição errada"

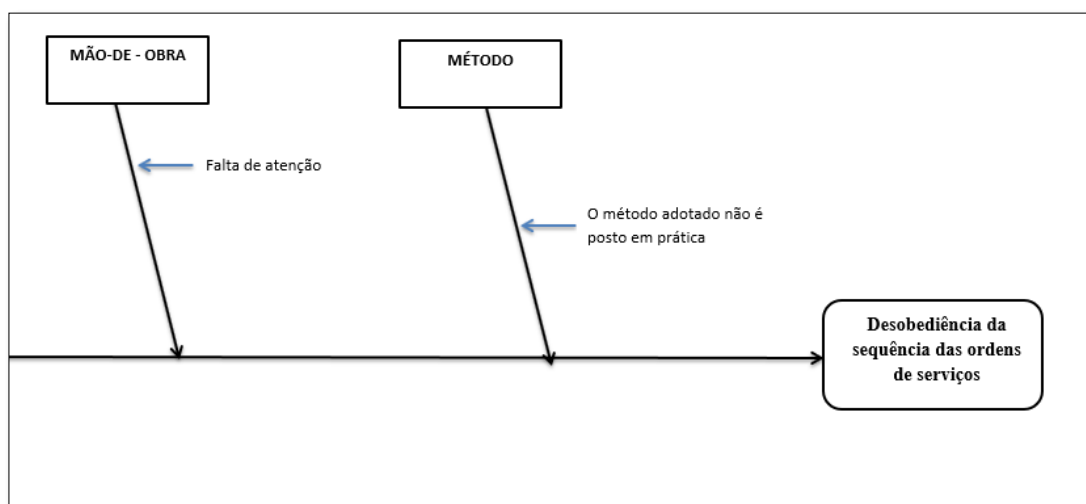
**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

De acordo com Quadro 16, gravar a lente de forma errada esta totalmente relacionada a marcação da lente. Assim, se a marcação estiver errada consequentemente a gravação também sairá errada.

#### 4.3.1.5 Aplicação do Diagrama de Causa e Efeito na falha: Desobediência da sequência das ordens de serviço

A organização das bandejas conforme data do pedido é de suma importância para que a entrega dos pedidos seja feita no prazo estabelecido, e assim, obedecer o PEPS – Primeiro que entra é o primeiro que sai.

Para a falha “Desobediência da sequência das ordens de serviço” a Figura 24 ilustra o diagrama de Ishikawa.



**Figura 24** -Diagrama de Ishikawa para falha “Desobediência da sequência das ordens de serviço”

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Para esclarecer a Figura 24, no Quadro 17 estão descritos detalhadamente os resultados obtidos referentes as causas.

PROCESSO: Controle de qualidade inicial		
FALHA POTENCIAL: Desobediência da sequência das ordens de serviços		
6M	Causa	Descrição
Matéria-prima	-	Não foi identificado.
Mão-de-obra	Falta de atenção	Não ter atenção na organização das bandejas, por data ou urgência.
Máquina	-	Não foi identificado.
Método	O método adotado não é posto em prática	O método de colocar as bandejas na sequência das datas não é sempre realizado.
Medição	-	Não foi identificado.
Meio ambiente	-	Não foi identificado.

**Quadro 17** - 6M da falha "Desobediência da sequência das ordens de serviço"

**Fonte** Elaborado pelo autor (2018)

Assim, conforme descrito no quadro anterior, a causa para provocar a desobediência nas sequencias das bandejas é devido ao não cumprimento do método adotado pela empresa, e a falta de organização na disposição das bandejas.

No âmbito geral de todas as falhas apresentas na secção 4.2.1, foram identificadas todas as falhas potenciais e descritas as causas que levam a não conformidade do processo, e estabelecido a causa mais relevante entre as outras. Também é importante ressaltar que para análise dos 6M não foram identificadas causas referentes a máquina, pois trata-se de uma atividade manual, como também não foi identificada para medição.

#### **4.3.2 Diagrama de Causa e Efeito para as falhas do processo de Ari-Fab**

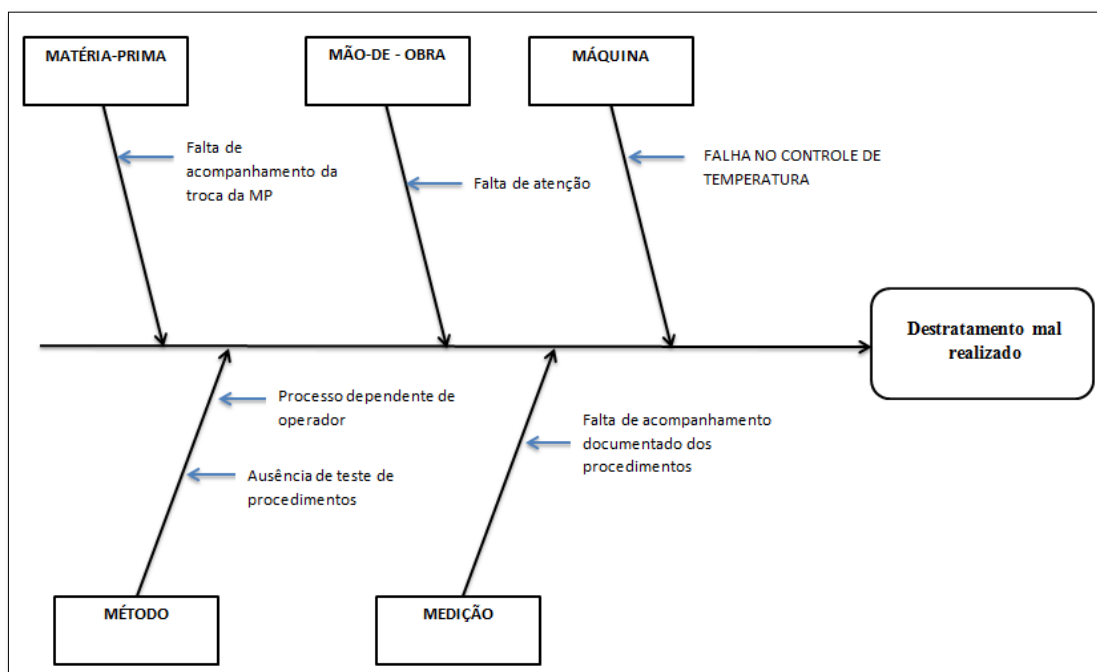
No processo de Ari-Fab foram identificadas cinco falhas potenciais, tais: Destratamento mal realizado; Pontos de verniz; Riscos na lente; Escorrimento do verniz; e Mal funcionamento do PEPS.

Para cada falha potencial foi preparado um diagrama de Ishikawa para identificar a causa que mais provoca o defeito.

##### **4.3.2.1 Aplicação do Diagrama de Causa e Efeito na falha: Destratamento mal realizado**

O destratamento é subprocesso que pode ser interpretado de duas formas: (1) Como parte de uma das etapas do processo Ari-Fab, onde sua função é purificar a lentes para receber o verniz do anti-risco; (2) devido a um retrabalho. Portando os resultados desse trabalho são orientados para abranger as duas formas de utilização desse processo.

Para a falha “Destratamento mal realizado” a Figura 25 ilustra no Diagrama de Ishikawa.



**Figura 25** - Diagrama de Ishikawa para falha “Destratamento mal realizado”

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Para esclarecer a Figura 25, no Quadro 18 estão descritos detalhadamente os resultados obtidos referentes às causas.

PROCESSO: Aplicação do anti-risco por imersão		
FALHA POTENCIAL: Destratamento mal realizado		
6M	Causa	Descrição
Matéria-prima	Falta de acompanhamento da troca da MP.	Para "reduzir" custos a MP utilizada para destratar uma lente é subutilizada, e seu tempo de utilização não é controlado. Portanto um dos fatores de um resultado negativo nesse processo é em decorrência da ausência desse controle.
Mão-de-obra	Falta de atenção	O processo de destratamento é cronometrado para que a massa da lente não seja atingida, portando uma falta de atenção referente ao tempo de exposição da lente ao produto pode resultar num processo mal realizado, ou até mesmo a perda de uma lente.
Máquina	Falha no controle de temperatura	No proc. de destratamento a MP utilizada é aquecida enquanto a lente é destrutada, porém o controle de temperatura da máquina não é preciso. Portanto durante o processo o controle de temperatura não é exato.

Método	Processo dependente de operador	O tempo inicial de um destratamento é de 10 minutos, e quando iniciado o processo, um cronômetro externo é acionado para que desperte quando o tempo determinado é finalizado. Assim o desligamento da máquina, ou seja, a interrupção do processo depende exclusivamente de um operador, pois a máquina não finaliza a etapa, porém não existe operador fixo para essa operação, o que resulta muitas vezes em um atraso na retirada das lentes da máquina.
	Ausência de teste de procedimentos	Atualmente o tempo de destratamento utilizado é de 10 minutos para todas as lentes, porém esse processo recebe uma variedade de tipos de lentes diferentes, e nenhum teste é realizado para outras lentes. Essa falta de acompanhamento resulta em retrabalhos na operação e algumas vezes na perda de lentes.
Medição	Falta de acompanhamento documentado dos procedimentos	Como o processo de destratamento nem sempre é finalizado na primeira tentativa, alguns serviços passam por esse processo inúmeras vezes e nada é documentado. Essa falta de supervisão resulta muitas vezes em inúmeros retrabalhos e danifica as lentes.
Meio ambiente	-	Não foi identificado.

**Quadro 18** - 6M da falha "Destratamento mal realizado"

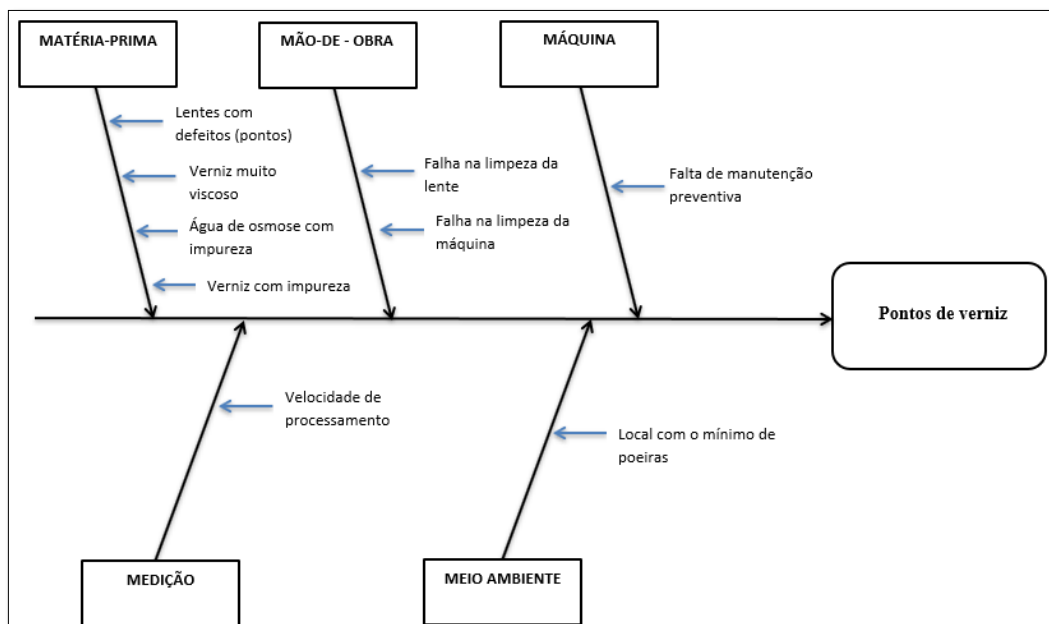
**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Como descrito no Quadro 18, várias são as causas que influenciam para que o processo não finalize como determinado. Porém foi identificado que de forma geral o problema está relacionado a uma falta de acompanhamento no processo, resultando assim em procedimentos genéricos e tomadas de decisão sem nenhum embasamento.

#### 4.3.2.2 Aplicação do Diagrama de Causa e Efeito na falha: Ponto de verniz

Defeito exclusivamente de falha no processo, porém por se assemelhar com o defeito de bloco – ponto, ao ser destrutado que se distingue corretamente a falha.

Para a falha “Pontos de verniz” a Figura 26 ilustra o diagrama de Ishikawa.



**Figura 26 - Diagrama de Ishikawa para falha “Ponto de verniz”**

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Para esclarecer a Figura 26, no Quadro 19 estão descritos detalhadamente os resultados obtidos referentes as causas.

PROCESSO: Aplicação do anti-risco por imersão		
FALHA POTENCIAL: Ponto de verniz		
6M	Causa	Descrição
Matéria-prima	Lentes com defeitos (pontos)	Algumas lentes com defeito não são identificadas no CQI e passam para etapa seguinte sem que o problema seja identificado. Então quando aplicado o anti-risco e a lente sai com ponto, o defeito é confundido com ponto de verniz.
	Verniz muito viscoso	Se o verniz não estiver com a viscosidade necessária a lente sairá com vários pontos de verniz, pois não irá escoar como precisa para uma cobertura perfeita.
	Água de osmose com impureza	Impurezas no processo de lavagem acarretam em lentes com problema ao final do processo.
	Verniz com impureza	Impureza na cuba (recipiente) do verniz resultará em lentes com pontos.
Mão-de-obra	Falha na limpeza da lente	O procedimento errado na limpeza da lente antes de entrar no processo acarreta em lentes com resíduos que posteriormente receberão o verniz e consequentemente ficarão com uma cobertura imperfeita. Como também as impurezas podem ser transmitidas para as cubas de água e verniz durante o processo.

	Falha na limpeza da máquina	Quando a máquina não está operando ou durante o processamento, a máquina fica exposta a impurezas do ambiente. Portanto a limpeza da máquina antes de iniciar o processamento é importante para evitar falhas de ponto de verniz.
Máquina	Falta de manutenção preventiva	Manutenção para evitar vibrações indesejáveis, ou calibrações de velocidade de processamento.
Método	-	Não foi identificado.
Medição	Velocidade de processamento	Verificar a todo momento se a velocidade está conforme estabelecida.
Meio ambiente	Local com mínimo de poeira	Por ser um processo que tem influência direta com o ambiente, este tem que ser o mais limpo possível. Porém devido a movimentação intensa de outras pessoas no setor, esse ambiente não é sempre o mais limpo possível.

**Quadro 19** - 6M da falha “Ponto de verniz”

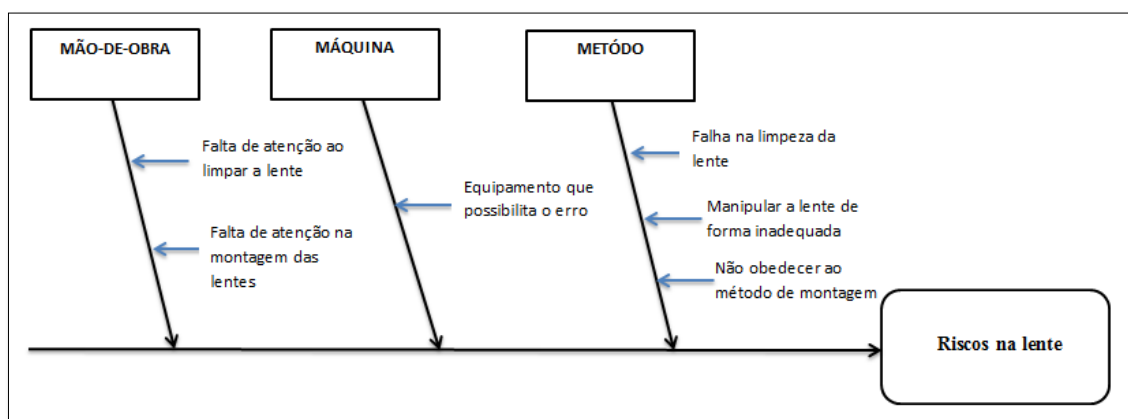
**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Conforme a análise do Quadro 19, a falha está muito relacionada à limpeza, pois partículas pequenas de impurezas, seja no processo ou no ambiente resultam em lentes com pontos de verniz.

#### 4.3.2.3 Aplicação do Diagrama de Causa e Efeito na falha: Riscos na lente

De forma análoga ao do item 4.2.1.3, o risco é gerado pelo processo, especificamente no Ari-Fab, pois o risco proveniente desse processo em geral tem características específicas de equipamentos utilizado pelo processo em questão.

Para a falha “Riscos na lente” a Figura 27 ilustra o diagrama de Ishikawa.



**Figura 27** - Diagrama de Ishikawa para falha “Riscos na lente”

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Para esclarecer a Figura 27, no Quadro 20 estão descritos detalhadamente os resultados obtidos referentes as causas.

PROCESSO: Aplicação do anti-risco por imersão		
FALHA POTENCIAL: Riscos na lente		
6M	Causa	Descrição
Matéria-prima	-	Não foi identificado.
Mão-de-obra	Falta de atenção ao limpar a lente	Como já comentado em quadros anteriores, as lentes são facilmente riscadas se o procedimento de limpeza não for realizado corretamente, portanto essa atividade deve ser feita com o máximo de cuidado possível.
	Falta de atenção nas montagens da lente	Para o processo de aplicação do Ari-Fab as lentes são montadas em gaiolas (Figura), onde as lentes são montadas em garras pontiagudas que permitem segurar lentes com espessura mínima. Assim a falta de atenção na montagem das lentes nas garras pode ocasionar riscos irreversíveis, pois geralmente quando acontece há a perda da lente.
Máquina	Equipamento que possibilita o erro	As garras das gaiolas possuem face pontiaguda, o que aumenta as possibilidades de falha no processo.
Método	Falha na limpeza da lente	Se a limpeza não for realizada de acordo com os métodos estabelecidos da empresa, a probabilidade de riscos durante limpeza é muito maior.
	Manipular a lente de forma inadequada	Não obedecer aos padrões de manipulação da lente.
	Não obedecer ao método de montagem	Devido a ameaça de falha na montagem das lentes, não obedecer ao método aumenta a probabilidade de erro, e consequentemente de riscos.
Medição	-	Não foi identificado.
Meio ambiente	-	Não foi identificado.

**Quadro 20** - 6M da falha “Riscos na lente”

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

O Quadro 20 descreve as situações em que o risco pode acontecer durante o processo Ari-Fab, porém quando o risco ocorre é mais frequente que este seja proveniente de garras das gaiolas. A Figura 28 é a imagem das gaiolas onde as lentes são montadas (encaixadas) para aplicação do verniz.





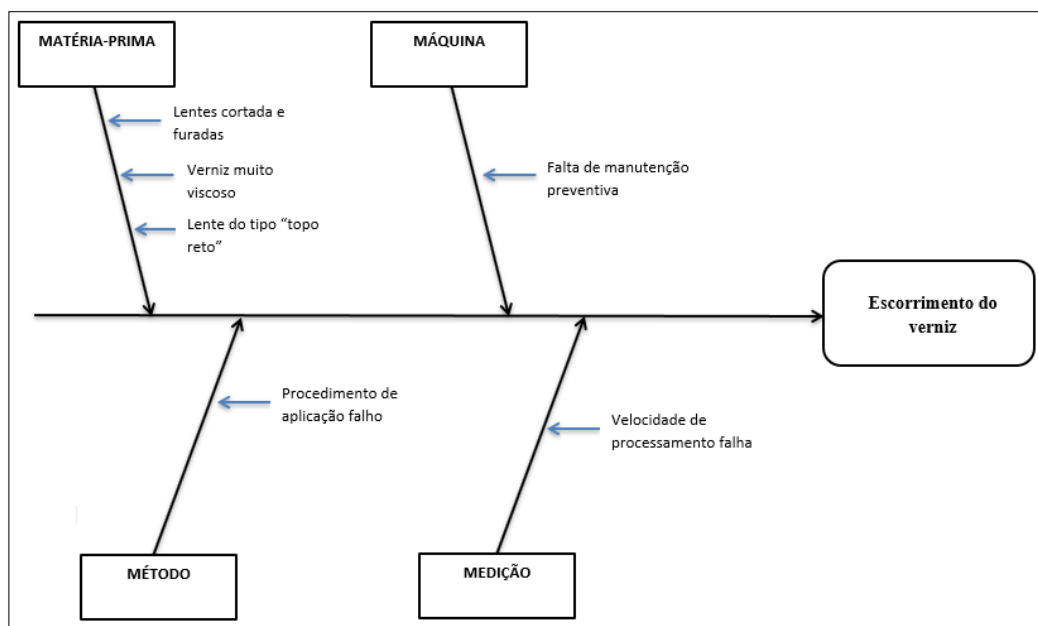
**Figura 28** - Gaiolas de apoio no Ari-Fab  
**Fonte:** Fotografias realizadas pelo autor (2018)

A Figura 28 ilustra como são as gaiolas onde as lentes são apoiadas para permanecerem durante a aplicação do anti-risco. E pela figura é possível notar que as garras seguram as lentes através de pressão exercida pela mola, e que as áreas de apoio são pontiagudas, assim qualquer falha no equipamento, ou na execução da tarefa (montar as lentes nas gaiolas) pode resultar em risco forte, daí o motivo do risco proveniente desse processo ser identificado imediatamente.

#### 4.3.2.4 Aplicação do Diagrama de Causa e Efeito na falha: Escorrimento do verniz

Essa falha a lente possui características de deformação, ou mais especificamente, é quando o verniz não espalhou completamente e lugares específicos acumularam mais material que outros.

Para a falha “Escorrimento do verniz” a Figura 29 ilustra o diagrama de Ishikawa.



**Figura 29** - Diagrama de Ishikawa para a falha “Esgorrimento do verniz”  
**Fonte:** (2018)

Para esclarecer a Figura 29, no Quadro 21 estão descritos detalhadamente os resultados obtidos referentes às causas.

PROCESSO: Aplicação do anti-risco por imersão		
FALHA POTENCIAL: Esgorrimento do verniz		
6M	Causa	Descrição
Matéria-prima	Lentes cortadas e furadas	Quando as lentes vão cortadas ou furadas para a aplicação, significa que a aplicação será feita já na lente pronta em tamanho de montagem, ou seja, o resultado obtido na aplicação será o final. Essa observação é feita, pois quando a lente recebe o anti-risco ainda quando inteira alguns defeitos que fiquem nas bordas da lente são aceitas, pois no processo de montagem (para armação) são cortadas e descartadas. Portanto é mais difícil uma aplicação perfeita nessas condições. E o problema é bem maior para lentes já furadas (modelo de armação parafusada, Imagem) pois o verniz não é aplicado em uma superfície uniforme e é inevitável o esgorrimento nas áreas furadas.
	Verniz muito viscoso	Se a viscosidade do verniz não estiver dentro dos padrões não irá escoar como precisa para uma cobertura perfeita, resultando muitas vezes em esgorrimento.

	Lentes do tipo "Topo reto"	Esse tipo de lente é fabricada com uma película na superfície externa da lente (Figura), portando devido a não uniformidade da superfície o escorrimento acontece na área mais alta da película.
Mão-de-obra	-	Não foi identificado.
Máquina	Falta de manutenção preventiva	O escorrimento na lente está relacionada a velocidade da máquina em imergir a lente no verniz, porém é necessário que essa velocidade sempre esteja calibrada.
Método	Procedimento de aplicação falho	Para lentes do tipo "flat top" o processo ainda é muito incerto, pois a maioria das aplicações saem com defeitos (escorrimientos na película). Para as lentes cortadas e furadas a aplicação é um método paliativo, pois não é indicado fazer.
Medição	Velocidade de processamento falha	Como dito anteriormente o escoamento do verniz na lente está relacionado com a viscosidade e velocidade de imersão da lente no verniz, porém a viscosidade do verniz varia bastante e a velocidade tem que ser testada a todo momento em decorrência dos resultados ao final do processo.
Meio ambiente	-	Não foi identificado.

**Quadro 21** - 6M da falha "Escorrimento do verniz"

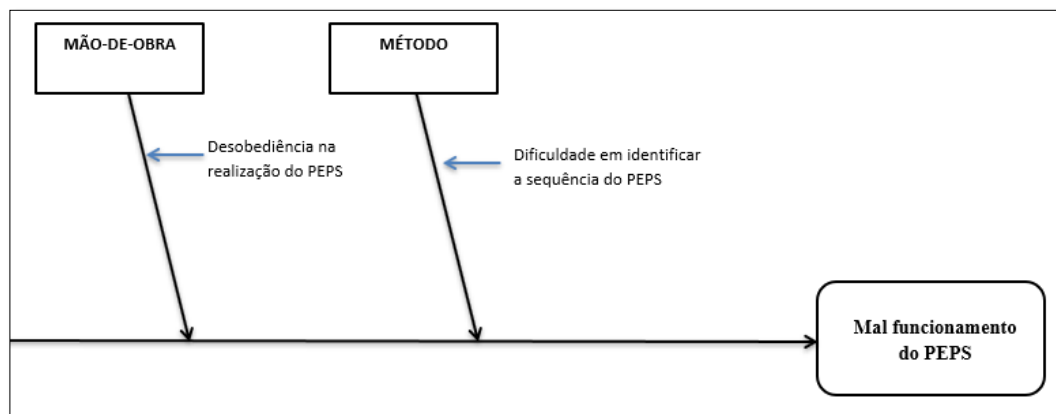
**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Conforme visto no Quadro 21, o problema de escorrimento está relacionado ao tipo de lente que receberá a aplicação do anti-risco, e devido a essa restrição os métodos utilizados ainda não favorecem a aplicação para todos os tipos de lente.

#### 4.3.2.5 Aplicação do Diagrama de Causa e Efeito na falha: Mal funcionamento do PEPS

No processo de Ari-Fab as lentes têm que ser gravadas devido a separação das lentes das suas respectivas bandejas. E como a lente fica maior parte do tempo dentro da máquina a identificação não é possível, assim o PEPS só pode ser colocado em prática em dois momentos: (1) quando os serviços estão sendo organizados para definição de quais lentes irão iniciar o processo; (2) quando a lentes passam por retrabalho, assim deve-se priorizar os serviços com datas mais antigas.

Para a falha "Mal funcionamento do PEPS" a Figura 30 ilustra o diagrama de Ishikawa.



**Figura 30** - Diagrama de Ishikawa para falha “Mal funcionamento do PEPS”

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Para esclarecer a Figura 30, no Quadro 22 estão descritos detalhadamente os resultados obtidos referentes às causas.

PROCESSO: Aplicação do anti-risco por imersão		
FALHA POTENCIAL: Mal funcionamento do PEPS		
6M	Causa	Descrição
Matéria-prima	-	Não foi identificado.
Mão-de-obra	Desobediência na realização do PEPS	No início do processo as lentes são retiradas da bandeja e nem sempre é obedecida a ordem de montar inicialmente as lentes dos serviços mais antigos de data.
Máquina	-	Não foi identificado.
Método	Dificuldade em identificar a sequência do PEPS	Após retirada das lentes das bandejas não é mais possível identificar com facilidade qual a sequência do PEPS. Assim é comum os pedidos serem finalizados fora da sequência do PEPS.
Medição	-	Não foi identificado.
Meio ambiente	-	Não foi identificado.

**Quadro 22** - 6M da falha “Mal funcionamento do PEPS”

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Embora que o PEPS deva ser realizado na montagem das lentes nas gaiolas, a dificuldade é de priorizar os serviços quando não estão associados a bandeja. Mesmo sabendo que a lente recebe a gravação do número da bandeja, essa identificação não é tão rápida, principalmente se a lente estiver dentro da máquina, portanto a falha esta relacionada ao método de identificação dos serviços no Ari-Fab.

### 4.3.3 Diagrama de Causa e Efeito para as falhas do processo de AriS-LaB

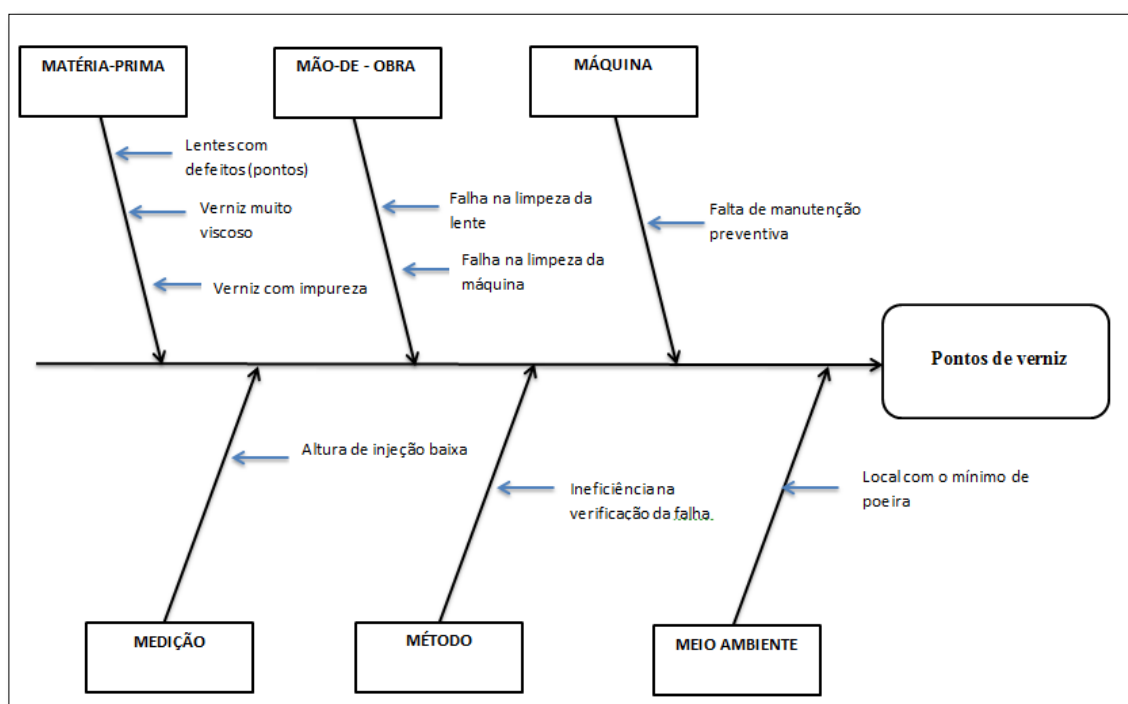
No processo de AriS-Lab foram identificadas cinco falhas potenciais, tais: Pontos de verniz; Defeito de aplicação; Riscos nas lentes; Lente com mancha; e Deformação no centro da lente.

Algumas das falhas que ocorrem nesse processo são similares ao Ari-Fab, mas como o procedimento é diferente a forma da ocorrência pode acontecer de forma distinta.

#### 4.3.3.1 Aplicação do Diagrama de Causa e Efeito na falha: Pontos de verniz

De forma semelhante a falha descrita no tópico 4.2.2.2, o ponto de verniz no processo de AriS-Lab pode ocorrer por motivos diferentes.

Para a falha “Pontos de verniz” a Figura 31 ilustra no Diagrama de Ishikawa.



**Figura 31** - Diagrama de Ishikawa para a falha “Pontos de verniz”

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Para esclarecer a Figura 31, no Quadro 23 estão descritos detalhadamente os resultados obtidos referentes às causas.

PROCESSO: Aplicação do anti-risco <i>Spin</i>		
FALHA POTENCIAL: Ponto de verniz		
6M	Causa	Descrição
Matéria-prima	Lentes com defeitos (pontos)	Algumas lentes com defeito não são identificadas no CQI e passam para etapa seguinte sem que o problema seja identificado. Então quando aplicado o anti-risco e a lente sai com ponto, o defeito é confundido com ponto de verniz.
	Verniz muito viscoso	Se o verniz não estiver com a viscosidade necessária a lente sairá com vários pontos de verniz, pois não irá escoar como precisa para uma cobertura perfeita.
	Verniz com impureza	Impureza na máquina de aplicação do anti-risco permite contaminação do verniz, que resultará em lentes com pontos.
Mão-de-obra	Falha na limpeza da lente	O procedimento errado na limpeza da lente antes de entrar no processo acarreta em lentes com resíduos que posteriormente receberão o verniz e consequentemente ficarão com uma cobertura imperfeita.
	Falha na limpeza da máquina	Quando a máquina não está operando ou durante o processamento, a máquina fica exposta a impurezas do ambiente. Portanto a limpeza da máquina antes de iniciar o processamento é importante para evitar falhas de ponto de verniz.
Máquina	Falta de manutenção preventiva	Manutenção para manter a bomba em condições eficientes para injetar o verniz.
Método	Verificação falha	Com a verificação antecedente ao processo de aquecimento do forno, esses tipos de defeitos são identificados, ou seja, apesar da falha ocorrer medidas paliativas podem ser tomadas.
Medição	Altura de injeção baixa	Níveis de altura do verniz variam bastante. Descontinuidade no bombeamento do verniz resulta em cobertura falha, consequentemente surgimento de pontos de verniz.
Meio ambiente	Local com mínimo de poeira	Por ser um processo que tem influência direta com o ambiente, este tem que ser o mais limpo possível.

**Quadro 23** - 6M da falha “Ponto de verniz”

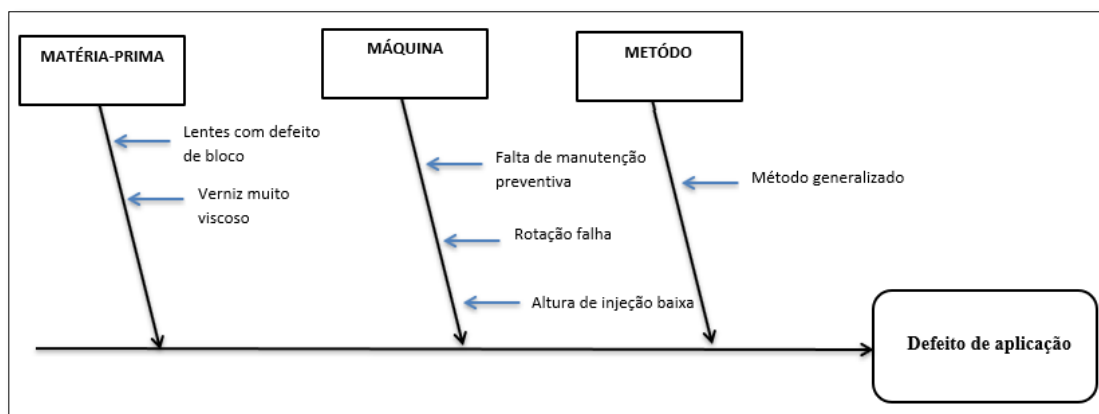
**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Conforme a análise do Quadro 23, a falha está relacionada a limpeza, pois partículas pequenas de impurezas, seja no processo ou no ambiente resultam em lentes com pontos de verniz.

#### 4.3.3.2 Aplicação do Diagrama de Causa e Efeito na falha: Defeito de aplicação

Defeito de aplicação está relacionado a não conformidade da aplicação que foi projetada, portanto em condições perfeitas, aparentemente, a lente ainda apresentou falha após a aplicação.

Para a falha “Defeito de aplicação” a Figura 32 vilustra no Diagrama de Ishikawa.



**Figura 32** - Diagrama de Ishikawa para a falha “Defeito de aplicação”

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Para esclarecer a Figura 32, no Quadro 24 estão descritos detalhadamente os resultados obtidos referentes as causas.

PROCESSO: Aplicação do anti-risco Spin		
FALHA POTENCIAL: Defeito de aplicação		
6M	Causa	Descrição
Matéria-prima	Lentes com defeitos de bloco	Lentes que já iniciam o processo com defeito em sua superfície tendem a ter resultado negativo no final da aplicação.
	Verniz muito viscoso	Como já explicado em quadros anteriores, a viscosidade do verniz reflete muito na qualidade final da cobertura. Portanto se o verniz não estiver com a viscosidade adequada o processo sairá repetidas vezes com problema, necessitando de reaplicações do verniz.
Mão-de-obra	-	Não foi identificado.
Máquina	Falta de manutenção preventiva	A falta de um plano de manutenção preventiva favorece a falhas no processo, pois a máquina não é verificada com antecedência. Portanto, só depois de ocorrer uma falha na máquina que esta passa por concerto, e depois que vários problemas ocorrerem no processamento.
	Rotação falha	A aplicação do anti-risco é realizada enquanto que a lente gira em um eixo fixo, portanto se a rotação desse eixo tiver com falha, a aplicação do verniz também sairá com falha, ou seja, sairá com camadas de anti-risco variados.
	Altura de injeção baixa	Não existe um método estabelecido para a escolha da altura de injeção, a escolha é feita visualmente pelo operador conforme o processo se mantenha conforme. Contudo as lentes possuem espessuras e tamanhos diferentes o que torna o processo falho, pois generaliza a aplicação para todo tipo de lente.
Método	Método generalizado	Como a aplicação é realizada em vários tipos de lente (material, forma e espessura) o método de aplicação não é sempre efetivo para todos, ou seja, em algumas lentes o resultado é positivo enquanto que para outras o resultado não é aceitável.

Medição	-	Não foi identificado.
Meio ambiente	-	Não foi identificado.

**Quadro 24** - 6M da falha “Defeito de aplicação”

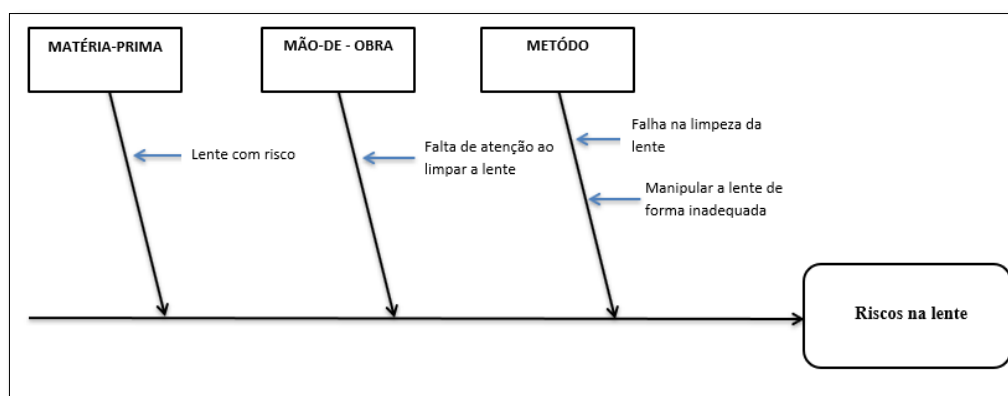
**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Assim, o Quadro 24 direciona identificar que causas diversas podem resultar como falha no processo, porém a causa geral está ligada a ausência de método específico para cada tipo de lente, pois por mais que existam falhas das máquinas, essas não são determinantes para o quanto afeta para cada tipo de lente. Ou seja, caso a rotação esteja lenta, para algum tipo de lente essa velocidade possa ser a ideal, e para outras lentes não seja a correta.

#### 4.3.3.3 Aplicação do Diagrama de Causa e Efeito na falha: Riscos na lente

De forma análoga a seção 4.2.1.3, os riscos são defeitos ocasionados.

Para a falha “Riscos na lente” a Figura 33 ilustra no Diagrama de Ishikawa.



**Figura 33** - Diagrama de Ishikawa para a falha “Riscos na lente”

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Para esclarecer a Figura 33, no Quadro 25 estão descritos detalhadamente os resultados obtidos referentes às causas.

PROCESSO: Aplicação do anti-risco Spin		
FALHA POTENCIAL: Riscos na lente		
<b>6M</b>	<b>Causa</b>	<b>Descrição</b>
Matéria-prima	Lente com risco	Lente aprovada com defeito pelo CQI, e defeito só foi identificado na aplicação do AriS-Lab.
Mão-de-obra	Falta de atenção ao limpar a lente	Mesma justificativa do Quadro.
Máquina	-	Não foi identificada.



Método	Falha na limpeza da lente	Mesma justificativa do Quadro.
	Manipular a lente de forma inadequada	Mesma justificativa do Quadro.
Medição	-	Não foi identificada.
Meio ambiente	-	Não foi identificada.

**Quadro 25** - 6M da falha “Riscos na lente”

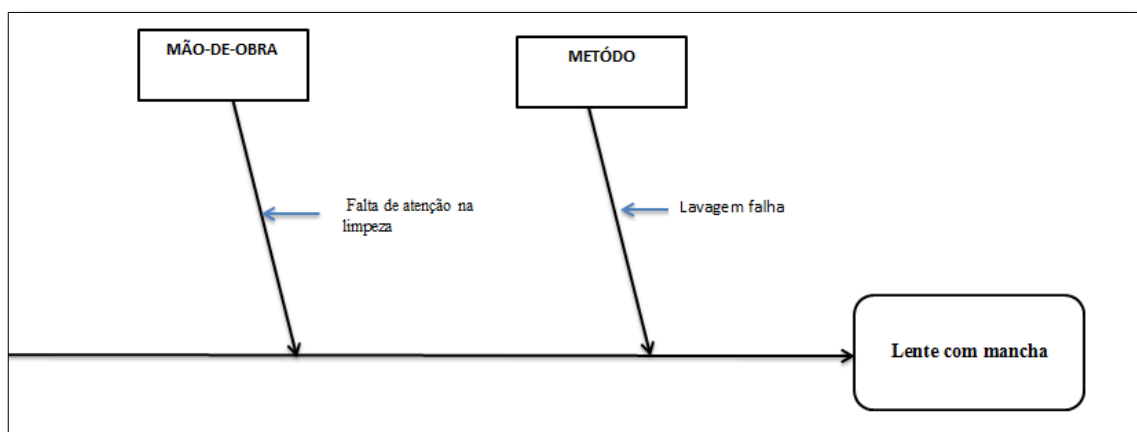
Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Portanto, a causa vinculada a essa falha está relacionada a lentes que já iniciam o processo com risco. Essa afirmação é feita de acordo com acompanhamentos diários, que em geral o risco é identificado no momento em que operário pega na lente, ou seja, antes da mesma ser limpa ou manuseada no processo.

#### 4.3.3.4 Aplicação do Diagrama de Causa e Efeito na falha: Lente com mancha

Como já mencionado anteriormente, a lente deve ter sua superfície límpida, assim não deve existir manchas decorrentes do tratamento. Tais manchas são semelhantes a lentes que parecem estarem sujas, porém por mais que as limpe a “sujeita” permanece, esse tipo de defeito que caracteriza “lente com mancha”.

Para a falha “Lente com mancha” a Figura 34 ilustra no Diagrama de Ishikawa.



**Figura 34** - Diagrama de Ishikawa para a falha “Lente com mancha”

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Para esclarecer a Figura 34, no Quadro 26 estão descritos detalhadamente os resultados obtidos referentes as causas.

PROCESSO: Aplicação do anti-risco Spin		
FALHA POTENCIAL: Lente com mancha		
6M	Causa	Descrição
Matéria-prima	-	Não foi identificado.
Mão-de-obra	Falta de atenção na limpeza	Quando no processo a lente apresenta alguma falha na aplicação do verniz a lente é lavada, portanto é essencial que o operador identifique que todo o verniz seja retirado para evitar manchas na próxima aplicação.
Máquina	-	Não foi identificado.
Método	Lavagem falha	Não obedecer ao método de lavagem de retirada do verniz.
Medição	-	Não foi identificado.
Meio ambiente	-	Não foi identificado.

**Quadro 26** - 6M da falha “Lente com mancha”

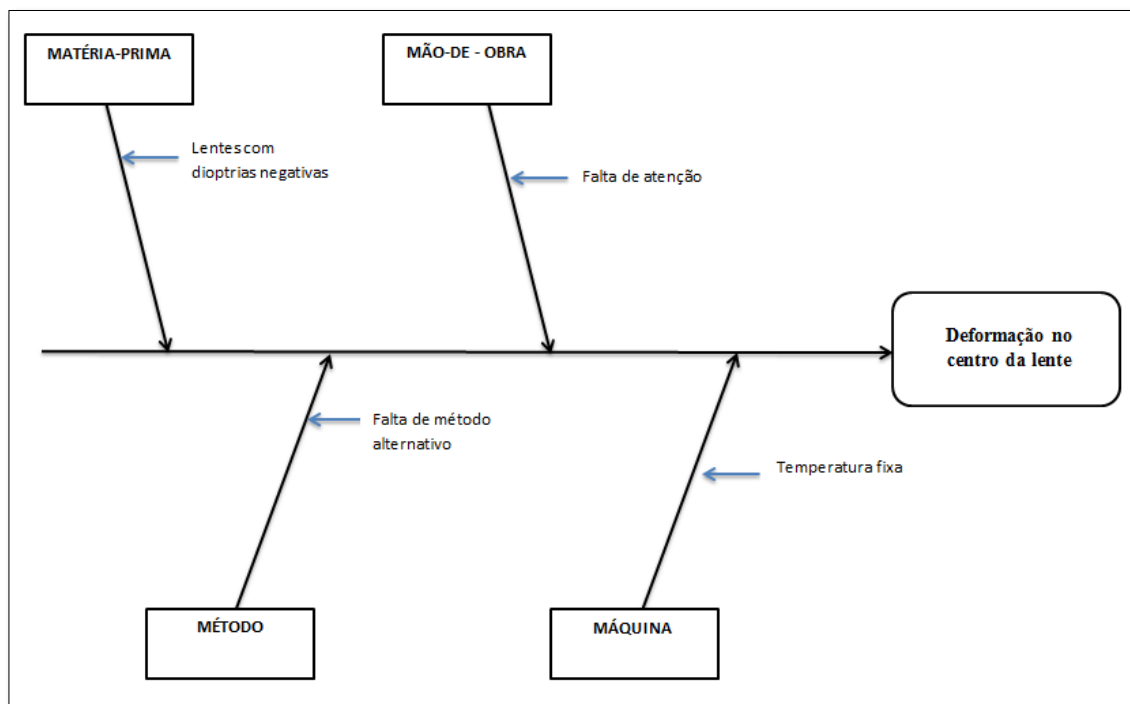
**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

De acordo com o Quadro 26, a causa da falha “Lente com mancha” está relacionada ao acontecimento de um retrabalho, e como é feita a limpeza da lente posteriormente. Ou seja, quando a limpeza do verniz não foi feita conforme método adotado.

#### 4.3.3.5 Aplicação do Diagrama de Causa e Efeito na falha: Deformação no centro da lente

Esse tipo de falha é caracterizada devido a uma transformação da massa da lente, ou seja, a lente sofre uma mudança na curva, que em alguns casos afeta o resultado da dioptria.

Para a falha “Deformação no centro da lente” a Figura 35 ilustra no Diagrama de Ishikawa.



**Figura 35** – Diagrama de Ishikawa para a falha “Deformação no centro da lente”

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Para esclarecer a Figura 35, no Quadro 27 estão descritos detalhadamente os resultados obtidos referentes às causas.

PROCESSO: Aplicação do anti-risco Spin		
FALHA POTENCIAL: Deformação no centro da lente		
6M	Causa	Descrição
Matéria-prima	Lentes com dioptrias negativas	Lentes negativas possuem no centro espessura muito reduzida (chegando a 1,5mm), e devido a temperatura exposta a lente deforma nessa área.
Mão-de-obra	Falta de atenção	A falta de atenção está relacionada tanto a inspetora de qualidade do CQI, como também ao operado do AriS-Lab, em enviar lentes negativas para esse processo de anti-risco.
Máquina	Temperatura fixa	O forno utilizado para o AriS-Lab é fabricado com temperatura de aquecimento padrão, assim a temperatura não pode ser regulada conforme tipo de lente.
Método	Falta de método alternativo	Não foi identificado até o momento um método que permita a aplicação de lentes negativas sem que ocorra a deformação da lente.
Medição	-	Não foi identificada.
Meio ambiente	-	Não foi identificado.

**Quadro 27** - 6M da falha “Deformação no centro da lente”

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

De acordo com o Quadro 27 é notável que as lentes negativas não podem receber anti-risco *Spin*, porém a deformação só acontece se o processo for realizado, portanto a falha acontece quando a lente é enviada para o processo errado.

#### 4.3.4 Diagrama de Causa e Efeito para as falhas do processo de Aplicação do anti-risco

No processo de AR foram identificadas as falhas potenciais: Tonalidade diferente da estabelecida; Mancha branca na lente; Pontos; e Mal funcionamento do PEPS.

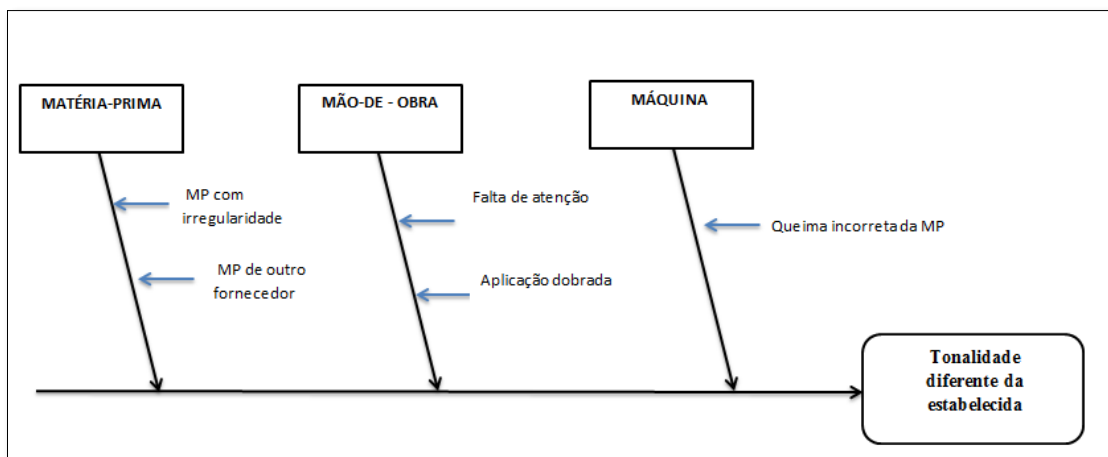
Nesse processo as falhas acontecem, porém só são identificadas no CQF, pois após finalizar o processo AR as lentes são levadas para verificação no laboratório. Assim logo depois de identificada a falha, outros fatores são levados em consideração, tais: prazo do pedido, tipo de cliente, se falha pega na montagem (se defeito vai permanecer após o corte no modelo da armação), ou se o defeito está dentro dos parâmetros de aceitação do mercado. Toda essa análise é feita, porque se a lente for reprovada todo o processo terá que ser refeito, e o risco de perda no processo é maior.

##### 4.3.4.1 Aplicação do Diagrama de Causa e Efeito na falha: Tonalidade diferente da estabelecida

Ao final do processo de AR, a lente terá recebido uma película de tratamento, ou seja, a película do tratamento anti-reflexo. De acordo com a matéria-prima utilizada no processo, a lente receberá uma película com uma tonalidade específica, essa é identificada ao ser exposta a luz, pois irá refletir uma cor resultante do tratamento.

Para o estudo em questão a cor refletida do tratamento tem tonalidade esverdeada, assim, se ao final do processo a lente refletir uma cor diferente, significa que houve falha no processo.

Para a falha “Tonalidade diferente da estabelecida” a Figura 36 ilustra no Diagrama de Ishikawa.



**Figura 36** – Diagrama de Ishikawa para a falha “Tonalidade diferente da estabelecida”

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Para esclarecer a Figura 36, no Quadro 28 estão descritos detalhadamente os resultados obtidos referentes às causas.

PROCESSO: Aplicação do Anti-reflexo		
FALHA POTENCIAL: Tonalidade diferente da estabelecida		
6M	Causa	Descrição
Matéria-prima	MP com irregularidade	Quando a MP foi adquirida da mesma forma, porém apresenta características de falha.
	MP de outro fornecedor	Quando a MP é adquirida de outro fornecedor, e os componentes não se comportam da mesma forma.
Mão-de-obra	Falta de atenção	Não realiza os procedimentos de alimentação da máquina corretamente.
	Aplicação dobrada	Quando o operário não troca a lente de posição, ou seja, quando a aplicação ocorre do mesmo lado da lente duas vezes, no lado convexo ou côncavo.
Máquina	Queima incorreta da MP	A queima da MP está sendo lenta ou rápida demais, ou seja, quando ocorre falha no controle de temperatura.
Método	-	Não foi identificado.
Medição	-	Não foi identificado.
Meio ambiente	-	Não foi identificado.

**Quadro 28** - 6M da falha “Tonalidade diferente da estabelecida”

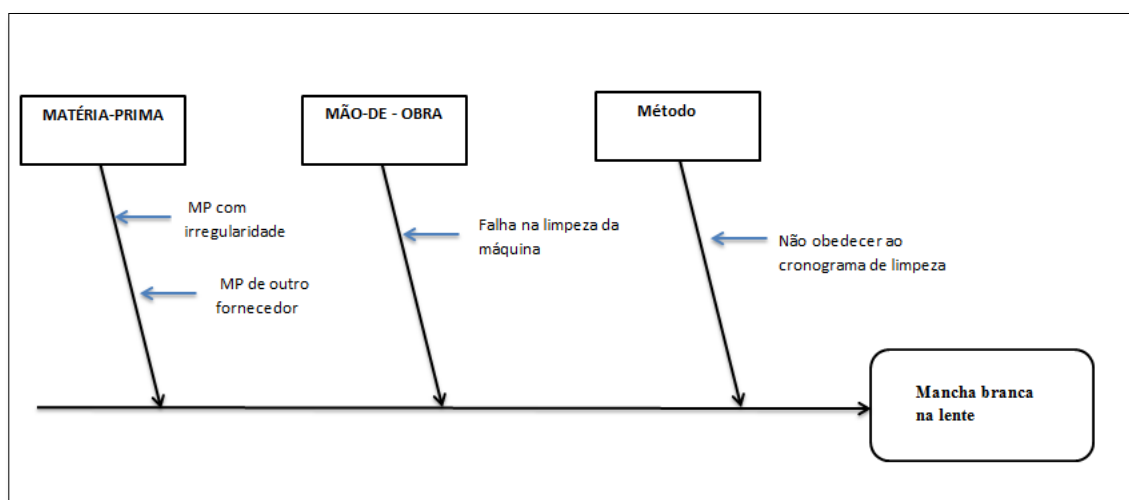
**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Em âmbitos gerais as falhas descritas no Quadro 28 já ocorreram, mas a que mais ocorre com frequência está relacionada a falha da máquina, assim, a queima incorreta da MP.

#### 4.3.4.2 Aplicação do Diagrama de Causa e Efeito na falha: Mancha branca na lente

Como a falha mesmo descreve, o defeito é resultado de uma mancha esbranquiçada na lente após aplicação do tratamento AR.

Para a falha “Mancha branca na lente” a Figura 37 ilustra no Diagrama de Ishikawa.



**Figura 37** – Diagrama de Ishikawa para a falha “Mancha branca na lente”

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Para esclarecer a Figura 37, no Quadro 29 estão descritos detalhadamente os resultados obtidos referentes as causas.

PROCESSO: Aplicação do Anti-reflexo		
FALHA POTENCIAL: Mancha branca na lente		
6M	Causa	Descrição
Matéria-prima	MP com irregularidade	Quando a MP foi adquirida da mesma forma, porém apresenta características de falha.
	MP de outro fornecedor	Quando a MP é adquirida de outro fornecedor, e os componentes não se comportam da mesma forma.
Mão-de-obra	Falha na limpeza da máquina	Se a limpeza não foi realizada conforme estabelecido.
Máquina		
Método	Não obedecer ao cronograma de limpeza	O processo de tratamento AR obedece a um cronograma de limpeza, pois materiais químicos restantes de um ciclo anterior são prejudiciais ao processo.
Medição	-	Não foi identificado.
Meio ambiente	-	Não foi identificado.

**Quadro 29** - 6M da falha “Mancha branca na lente”

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

De acordo com o Quadro 29, a causa potencial está relacionada ao não cumprimento do cronograma de limpeza, e com a falha na limpeza da máquina.

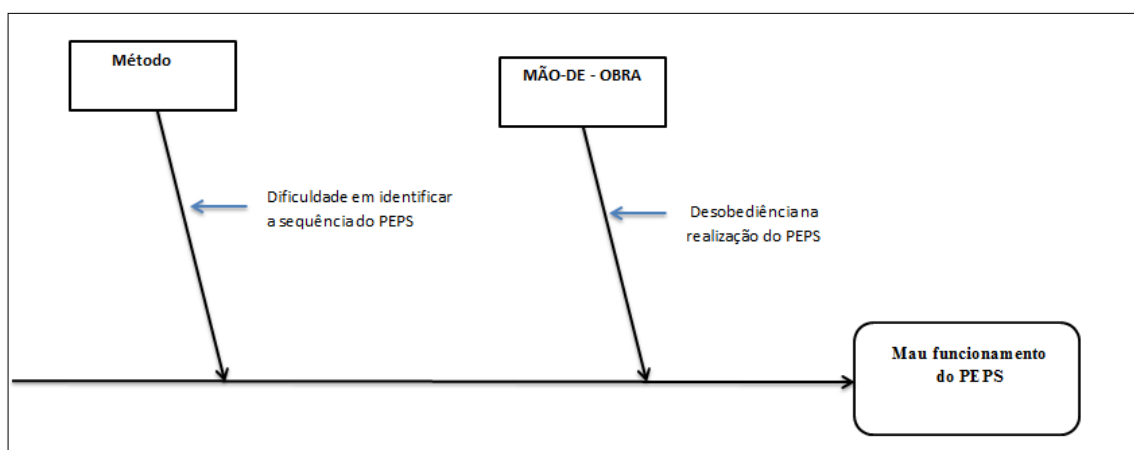
#### 4.3.4.3 Aplicação do Diagrama de Causa e Efeito na falha: Mal funcionamento do PEPS

Mal funcionamento do PEPS no tratamento AR, se assemelha a essa mesma falha quando ocorre no Ari-Fab, porém nesse processo as lentes são retiradas das bandejas e colocadas em um cesto de madeira para serem aquecidas em um forno antes da aplicação AR. A Figura 38 demonstra como as lentes ficam organizadas antes da aplicação do Tratamento AR.



**Figura 38** – Cesto de madeira  
**Fonte:** Fotografia realizada pelo autor (2018).

Para a falha “Mal funcionamento do PEPS” a Figura 39 ilustra no Diagrama de Ishikawa.



**Figura 39** – Diagrama de Ishikawa para a falha “Mal funcionamento do PEPS”

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Para esclarecer a Figura 39, no Quadro 30 estão descritos detalhadamente os resultados obtidos referentes as causas.

PROCESSO: Aplicação do anti-reflexo		
FALHA POTENCIAL: Desobediência da sequência das ordens de serviços		
6M	Causa	Descrição
Matéria-prima	-	Não foi identificado.
Mão-de-obra	Desobediência na realização do PEPS	No início do processo as lentes são retiradas da bandeja e colocas em um cesto de madeira. A falha ocorre quando não é dada a preferência em selecionar inicialmente as bandejas de datas mais antigas.
Máquina	-	Não foi identificado.
Método	Dificuldade em identificar a sequência do PEPS	Após retirada das lentes das bandejas não é mais possível identificar com facilidade qual a sequência do PEPS. Assim é comum os pedidos serem finalizados fora da sequência do PEPS.
Medição	-	Não foi identificado.
Meio ambiente	-	Não foi identificado.

**Quadro 30** - 6M da falha “Mal funcionamento do PEPS”

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

De acordo com o Quadro 30, a falha pode ocorrer em duas circunstâncias, primeiramente quando as lentes não são selecionadas quanto a sua data, e posteriormente, na dificuldade em associar as lentes as bandejas depois que essas são separadas. Assim, mesmo que as lentes tenham sido selecionadas de acordo com a data, depois que estão no cesto essa identificação não é mais realizada.



#### 4.3.5 Diagrama de Causa e Efeito para as falhas do processo de Controle de Qualidade Final

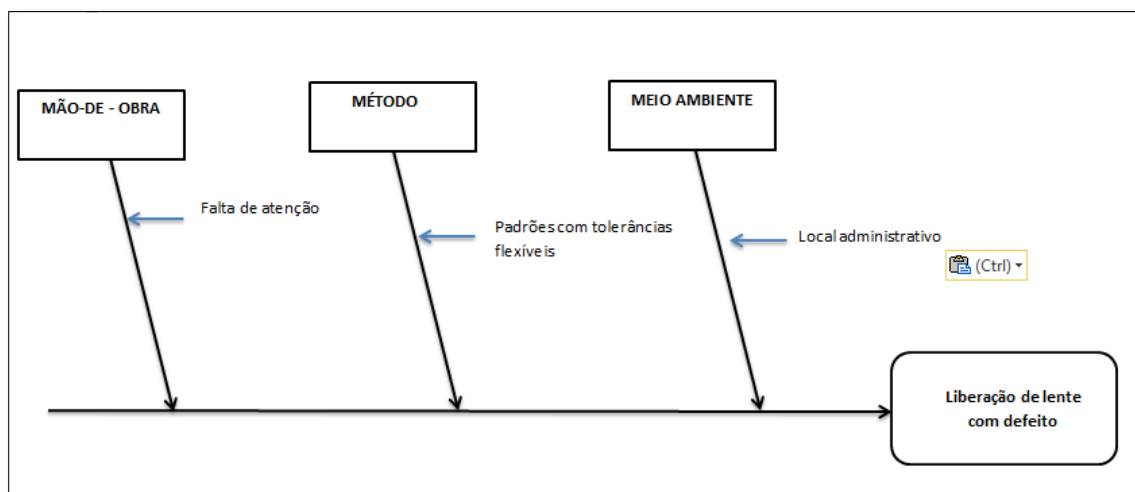
Essa é a fase final do processo de Tratamento AR, portanto, uma etapa importante, visto que finalizado o processo a lente está apta a ser enviada para o cliente, ou ser encaminhada para o processo de montagem.

No processo de CQF foram identificadas as falhas potenciais: Liberação de lente com defeito; Liberar lentes em pedidos trocados; Risco na lente; e Desobediência da sequência das ordens de serviço.

##### 4.3.5.1 Aplicação do Diagrama de Causa e Efeito na falha: Liberação de lente com defeito

Nessa fase a lente já foi verificada, e equivocadamente aprovada como “lente apta”, ou seja, a lente foi aprovada com defeito.

Para a falha “Liberação de lente com defeito” a Figura 40 ilustra no Diagrama de Ishikawa.



**Figura 40** – Diagrama de Ishikawa para a falha “Liberação de lente com defeito”

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Para esclarecer a Figura 40, no Quadro 31 estão descritos detalhadamente os resultados obtidos referentes às causas.

<b>PROCESSO: Controle de qualidade final</b>		
<b>FALHA POTENCIAL: Liberação de lente com defeito</b>		
<b>6M</b>	<b>Causa</b>	<b>Descrição</b>
Matéria-prima	-	Não foi identificado
Mão-de-obra	Falta de atenção	Para a verificação das lentes todos os fatores de qualidade devem ser verificados, porém muitas vezes defeitos passam despercebidos pela falta de atenção por outras atividades envolvidas, ou por descuido.
Máquina	-	Não foi identificado
Método	Padrões com tolerâncias flexíveis	O CQF é feito de acordo com padrões já determinados para que uma lente seja aprovada. Porém é comum que defeitos sejam autorizados por outros fatores, tais quais: pedido já em atraso, cliente que não é muito exigente, pedido de licitação, ou autorizado pelo próprio cliente. Portanto essas tolerâncias fora das especificadas tornam o processo impreciso quanto à conformidade.
Medição	-	Não foi identificado.
Meio ambiente	Local administrativo	O ambiente onde atualmente é feito o CQF é localizado no setor administrativo do laboratório devido inspetora de qualidade também auxiliar com os processos administrativos. Porém o ideal seria um local mais isolado com uma cabine de verificação para garantir um lugar mais tranquilo.

**Quadro 31** - 6M da falha “Liberação de lentes com defeito”

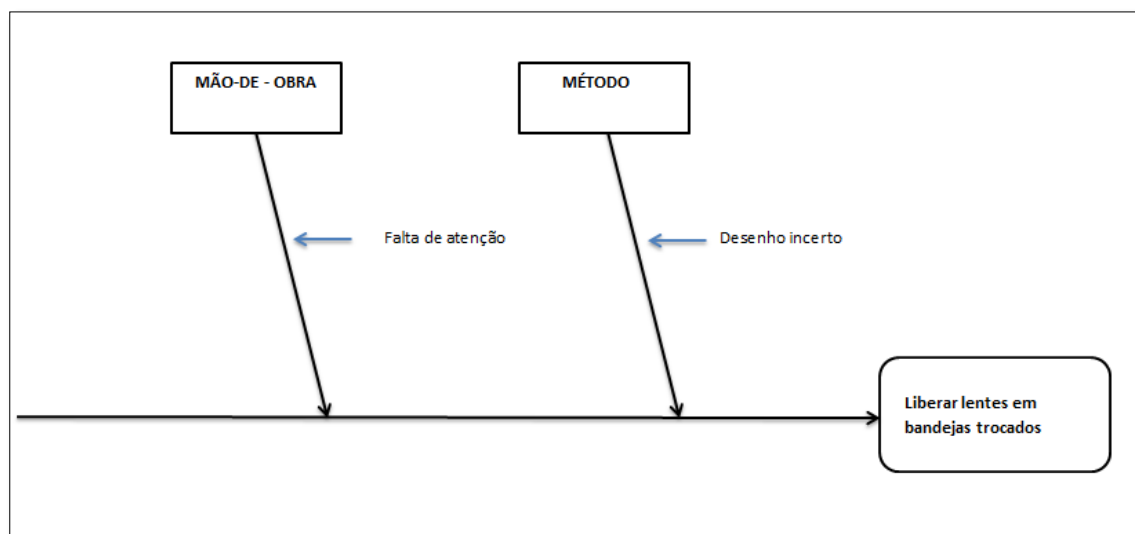
**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

De acordo como Quadro 31, a falha potencial dessa falha está relacionada a falta de atenção ao liberar a lentes.

#### 4.3.5.2 Aplicação do Diagrama de Causa e Efeito na falha: Liberar lentes em bandejas trocadas

Essa falha se caracteriza quando a lente é colocada na bandeja errada, ou seja, após finalizado o processo de Tratamento de AR a lente é inserida em um pedido que não pertence, resultando em um problema duplo, pois se uma lente foi trocada de lugar significa que há outra na mesma situação.

Para a falha “Liberar lentes em bandejas trocadas” a Figura 41 ilustra no Diagrama de Ishikawa.



**Figura 41** – Diagrama de Ishikawa para a falha “Liberar lentes em bandejas trocadas

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Para esclarecer a Figura 41, no Quadro 32 estão descritos detalhadamente os resultados obtidos referentes às causas.

PROCESSO: Controle de qualidade final		
FALHA POTENCIAL: Liberar lentes em bandejas trocadas		
6M	Causa	Descrição
Matéria-prima	-	Não foi identificado
Mão-de-obra	Falta de atenção	Houve falha no momento da gravação da lente, ou simplesmente na etapa de retornar as lentes para a bandeja.
Máquina	-	Não foi identificado
Método	Desenho incerto	As lentes cortadas não são gravadas quando enviadas para o processo de Ari-Fab e AR, devido ao tamanho da lente já está conforme montagem. Mas a identificação é feita através de desenho, ou seja, é desenhado no pedido o formato da lente cortada (em medidas reais). Como há muitos modelos de armação parecidos, se o desenho não for feito corretamente, a identificação da lente será mais difícil.
Medição	-	Não foi identificado.
Meio ambiente	-	Não foi identificado

**Quadro 32** - 6M da falha “Liberar lentes em bandejas trocadas”

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

De acordo com o Quadro 32, independentemente de a falha ter sido originada devido ao método, a falha ocorre decorrente da falta de atenção, que pode ter ocorrido ainda no CQI, na etapa de colocar as lentes de volta a bandeja, ou no CQF.

#### 4.3.5.3 Aplicação do Diagrama de Causa e Efeito na falha: Riscos na lente

De forma análoga como apresentado no tópico 4.2.1.3 deste trabalho, o risco na lente é um defeito proveniente do processo.

Para a falha “Riscos na lente” a Figura 42 ilustra no Diagrama de Ishikawa.



**Figura 42** – Diagrama de Ishikawa para a falha “Riscos na lente”

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Para esclarecer a Figura 42, no Quadro 33 estão descritos detalhadamente os resultados obtidos referentes às causas.

PROCESSO: Controle de qualidade final		
FALHA POTENCIAL: Riscos na lente		
6M	Causa	Descrição
Matéria-prima	-	Não foi identificado.
Mão-de-obra	Falta de atenção	Não verificar se na manipulação, a lente está sendo submetida a algum fator que resulte em risco.
Máquina	-	Não foi identificado.
Método	Manipular a lente inadequadamente	Não obedecer aos padrões de manipulação da lente.

	Não realizar a troca do lenço de limpeza	Padrões estabelecem que o lenço deve ser usado apenas uma única vez e descartado. Se no procedimento de limpeza essa norma não estiver sendo atendida é provável que o lenço absorva impurezas que podem riscar a lente.
Medição	-	Não foi identificado.
Meio ambiente	-	Não foi identificado.

**Quadro 33** - 6M da falha “Riscos na lente”

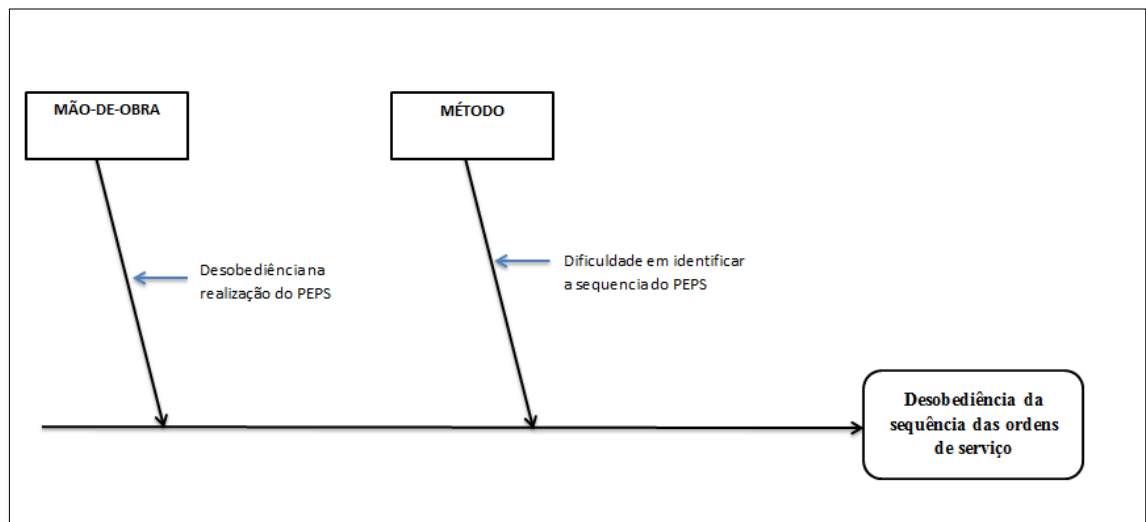
**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Conforme o Quadro 33, a causa de a lente ser riscada está relacionada a etapa de limpeza da lente, ou seja, o procedimento de limpeza está incorreto.

#### 4.3.5.4 Aplicação do Diagrama de Causa e Efeito na falha: Desobediência da sequência das ordens de serviço

Falha já discutida no tópico 4.2.1.5 deste trabalho. Na qual se trata do não cumprimento do PEPS.

Para a falha “Desobediência da sequência das ordens de serviço” a Figura 43 ilustra no Diagrama de Ishikawa.



**Figura 43** – Diagrama de Ishikawa para a falha “Desobediência da sequência das ordens de serviço”

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Para esclarecer a Figura 43, no Quadro 34 estão descritos detalhadamente os resultados obtidos referentes às causas.

PROCESSO: Controle de qualidade final		
FALHA POTENCIAL: Desobediência da sequência das ordens de serviços		
6M	Causa	Descrição
Matéria-prima	-	Não foi identificado.
Mão-de-obra	Falta de atenção	Não ter atenção na organização das bandejas, por data ou urgência.
Máquina	-	Não foi identificado.
Método	O método adotado não é posto em prática	O método de colocar as bandejas na sequência das datas não é sempre realizado, por falta de organização.
Medição	-	Não foi identificado.
Meio ambiente	-	Não foi identificado.

**Quadro 34** - 6M da falha “Desobediência da sequência das ordens de serviços”

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Portanto, de acordo com o Quadro 34, o não cumprimento do método e a falta de organização das bandejas provocam o não cumprimento do PEPS.

#### 4.3.6 Determinação das causas potencias

Depois de analisadas todas as falhas decorrentes dos processos de AR, foram identificadas através dos Diagramas de Ishikawa as causas que resultam em uma não conformidade do processo. Assim, esse tópico objetiva apresentar as causas mais impactantes e que determinam na ocorrência da falha, conforme mostrado no Quadro 35:

PROCESSO	FALHA	CAUSA POTENCIAL
CQI	Aprovação de lente com defeito	Falta de atenção
	Gravar lente com numeração do pedido errado	Falta de atenção no processo de gravação
	Risco na lente	Limpeza inadequada
	Gravar lente na posição errada	Lentes sem marcação; ou marcada errada
	Desobediência da sequência das ordens de serviços	Indisciplina no cumprimento do padrão; Falta de organização das bandejas
Aplicação do Ari-Fab	Destratamento mal realizado	Falta de acompanhamento do processo
	Pontos de verniz	Limpeza inadequada
	Riscos na lente	Montagem errada nas garras

	Escorrimento do verniz	Método não abrange todos os tipos de lente
	Mal funcionamento do PEPS	Lentes desvinculadas das bandejas
Aplicação do AriS-Lab	Pontos de verniz	Limpeza inadequada
	Defeito de aplicação	Método de aplicação generalizado
	Riscos na lente	Defeito liberado pelo CQI
	Lente com mancha	Falha na limpeza após retrabalho
	Deformação no centro da lente	Lente foi enviada para o processo de anti-risco errado
Aplicação do AR	Tonalidade diferente da estabelecida	Falha da máquina
	Mancha branca na lente	Falta de limpeza da máquina
	Mal funcionamento do PEPS	Lentes desvinculadas das bandejas
CQF	Liberação de lente com defeito	Falta de atenção
	Liberar lente em bandejas trocadas	Falta de atenção; Gravação errada no CQI
	Risco na lente	Limpeza incorreta
	Desobediência da sequência das ordens de serviços	Indisciplina no cumprimento do padrão. Falta de organização das bandejas

**Quadro 35** - Resumo das falhas e suas Causa potenciais

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

#### 4.4 MENSURAÇÃO DO RPN DOS PROCESSOS QUE AFETAM A CONFIABILIDADE

Nesse tópico serão apresentados os quadros do FMEA referente a cada processo do Tratamento AR, utilizando as análises do Diagrama de Causa e Efeito realizado no tópico 4.2 desse trabalho, como base para determinação das causas potenciais.

Assim será determinado as falhas e causa potenciais, efeitos dessas falhas e se existem alguma documentação de controle das ocorrências. Portanto, a partir desses fatores será possível fazer o cálculo do RPN (*Risk priority number*) através dos índices severidade (S), ocorrência (O) e detecção (D) para as falhas potências de cada processo, e através dos resultados encontrados de RPN verificar as falhas que mais impactam no processo do Tratamento AR.

#### **4.4.2 FMEA do processo do Controle de Qualidade Inicial**

O Quadro 36 expõe a elaboração do FMEA no processo de CQI, apresentando os tipos de falhas potenciais, efeitos das falhas potenciais, causas potenciais e se existem medidas de controle na empresa. Também, é realizado o cálculo do RPN para as falhas potenciais, através da multiplicação dos índices (S, O e D).



FMEA de Processo									
<b>PROCESSO: Controle de Qualidade Inicial</b>									
Data: _____									
folha: _____ S - Severidade O - Ocorrência D - Detecção									
Descrição do processo	Funções do Processo	Tipo ou Modo de Falha Potencial	Efeito de falha Potencial	Causa da Falha em Potencial	Controle Atuais	Índices			
						S	O	D	RPN
Processo foi descrito na sessão 4.1.1 desse trabalho.	Processo responsável pelas <b>verificações das lentes que irão receber tratamento AR.</b>	Aprovação de lente com defeito	Perda no processo do Anti-risco	Falta de atenção	Solicitação de requisição de nova lente no sistema.	6	8	6	288
		Gravar lente com numeração do pedido errado	Troca dos serviços; Aborrecimento dos clientes.	Falta de atenção no processo de gravação	Solicitação de requisição de nova lente no sistema.	8	5	9	360
		Risco na lente	Retrabalho; Perda de uma lente.	Limpeza inadequada	Solicitação de requisição de nova lente no sistema.	5	6	6	180
		Gravar lente na posição errada	Perda; Montagem inadequada.	Lentes sem marcação; ou marcada errada	Solicitação de requisição de nova lente no sistema.	7	5	8	280
		Desobediência da sequência das ordens de serviços	Atraso dos pedidos.	Indisciplina no cumprimento do padrão. Falta de organização das bandejas	Não há	1	9	3	27

**Quadro 36** – FMEA do processo CQI**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Como mostrado no Quadro 36, à falha “Gravar lente com numeração do pedido errado” obteve maior RPN (360), o resultado reafirma o problema que pode ocorrer quando essa falha acontece, pois dificilmente ela será identificada nos próximos processos do Tratamento AR.

Caso a falha seja identificada ainda no laboratório é mais provável que seja no CQF, o que significa que o custo com aplicação do Tratamento AR já foi utilizado. Ou se a falha não for identificada no laboratório, provavelmente será percebida pelo cliente/ usuário e esse é o pior cenário, pois causa descontentamento e inconfiabilidade do cliente com o Laboratório.

#### **4.4.3 FMEA do processo de Aplicação do anti-risco por imersão**

O Quadro 37 expõe a elaboração do FMEA no processo de Aplicação do Ari-Fab, apresentando os tipos de falhas potenciais, efeitos das falhas potenciais, causas potenciais e se existem medidas de controle na empresa. Também, é realizado o cálculo do RPN para as falhas potenciais, através da multiplicação dos índices (S, O e D).

FMEA de Processo									
<b>PROCESSO: Anti-risco por imersão</b>									
Data: _____									
folha: _____									
Descrição do processo	Funções do Processo	Tipo ou Modo de Falha Potencial	Efeito de falha Potencial	Causa da Falha em Potencial	Controle Atuais	S - Severidade O - Ocorrência D - Detecção			
						Índices			
						S	O	D	RPN
Processo foi descrito na sessão 4.1.2 desse trabalho.	Processo responsável pela <b>aplicação do verniz por imersão.</b>	Destratamento mal realizado	Aumento do <i>Lead time</i> ; Perda da lente	Falta de acompanhamento do processo	Solicitação de requisição de nova lente no sistema. (caso ocorra a perda)	6	7	6	252
		Pontos de verniz	Aumento do <i>Lead time</i> , retorno ao destratamento	Limpeza inadequada	Não há	5	6	4	120
		Riscos na lente	Aumento do <i>Lead time</i> , retorno ao destratamento; Perda da lente	Montagem errada nas garras	Solicitação de requisição de nova lente no sistema. (caso ocorra a perda)	5	5	4	100
		Escorrimento do verniz	Aumento do <i>Lead time</i> , retorno ao destratamento	Método não abrange todos os tipos de lente	Não há	5	8	6	240
		Mal funcionamento do PEPS	Atraso dos pedidos	Lentes desvinculadas das bandejas	Não há	3	6	8	144

**Quadro 37** – FMEA do processo de Aplicação Ari-Fab

**Fonte:** Elaborado pelo auto (2018)

Como mostrado no Quadro 37, a falha “Destratamento mal realizado” obteve maior RPN (252), tal resultado confirma a importância desse subprocesso na aplicação do Ari-Fab, pois primeiramente, essa é a etapa inicial do processo, ou seja, todas as lentes que irão receber o Ari-Fab necessariamente têm que ser destratadas, essa é a etapa de preparação da lente para recebimento do verniz. E uma não conformidade nessa fase resultará em falha ao final do processo.

E em segunda análise, esse processo é responsável em permitir que lentes sejam retrabalhadas, ou seja, quando uma lente sai com falha ele deve ser destratada, e se consequentemente esse processo não for bem executado a consequência é a perda da lente.

Assim, o número de risco atribuído a falha, está interligado com sua ocorrência e dificuldade de detecção. Porém a falha “Escorrimento do verniz” obteve pontuação próxima com RPN (240), esse resultado abaixo foi em decorrência do nível de severidade ser inferior ao da falha “Destratamento mal realizado”.

#### **4.4.4 FMEA do processo de Aplicação do anti-risco *Spin***

O Quadro 38 expõe a elaboração do FMEA no processo de Aplicação do AriS-Lab, apresentando os tipos de falhas potenciais, efeitos das falhas potenciais, causas potenciais e se existem medidas de controle na empresa. Também, é realizado o cálculo do RPN para as falhas potenciais, através da multiplicação dos índices (S, O e D).

FMEA de Processo									
PROCESSO: <b>Anti-risco SPIN</b>									
Data: _____									
folha: _____ S - Severidade O - Ocorrência D – Detecção									
Descrição do processo	Funções do Processo	Tipo ou Modo de Falha Potencial	Efeito de falha Potencial	Causa da Falha em Potencial	Controle Atuais	Índices			
						S	O	D	RPN
Processo foi descrito na sessão 4.1.3 desse trabalho.	Processo responsável pela <b>aplicação do verniz em spray.</b>	Pontos de verniz	Aumento do <i>Lead time</i> , envio para destratamento	Limpeza inadequada	Solicitação no sistema do retoque para realização de serviço	5	7	5	175
		Defeito de aplicação	Interrupções na continuidade do processo; desperdício do verniz utilizado	Método de aplicação generalizado	Não há	1	7	6	42
		Riscos na lente	Retrabalho; Perda da lente	Defeito liberado pelo CQI	Solicitação de requisição de nova lente no sistema.	5	6	5	150
		Lente com mancha	Aumento do <i>Lead time</i> , envio para destratamento	Falha na limpeza após retrabalho	Solicitação de retoque para realização de serviço no sistema.	5	6	7	210

		Deformação no centro da lente	Aumento do Lead time, envio para destratamento; lente com dioptria alterada; perda da lente	Lente foi enviada para o processo de anti-risco errado	Solicitação de retoque para realização de serviço no sistema.	8	5	8	320
--	--	-------------------------------------	--	--	---	---	---	---	-----

**Quadro 38** – FMEA do processo Aplicação AriS-Lab

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Como mostrado no Quadro 38, à falha “Deformação no centro da lente” obteve maior RPN (320), resultado está relacionado ao alto índice de severidade e detecção, ou seja, quando a falha ocorre ela dificilmente é identificada.

Apesar da frequência dessa falha ser baixa, quando ela ocorre e é identificada, muda todo o método de processamento da lente, pois se acrescenta um novo processo para evitar que a lente seja perdida. Porém se a falha não for identificada nem no laboratório, nem pelo cliente, o usuário final da lente que terá dificuldade na utilização do óculos.

#### **4.4.5 FMEA do processo de Aplicação do Anti-reflexo**

O Quadro 39 expõe a elaboração do FMEA no processo de Aplicação do AR, apresentando os tipos de falhas potenciais, efeitos das falhas potenciais, causas potenciais e se existem medidas de controle na empresa. Também, é realizado o cálculo do RPN para as falhas potenciais, através da multiplicação dos índices (S, O e D).

FMEA de Processo									
PROCESSO: <b>Aplicação do AR</b>									
Data: _____									
folha: _____ S - Severidade O - Ocorrência D – Detecção									
Descrição do processo	Funções do Processo	Tipo ou Modo de Falha Potencial	Efeito de falha Potencial	Causa da Falha em Potencial	Controle Atuais	Índices			
						S	O	D	RPN
Processo foi descrito na sessão 4.1.4 desse trabalho.	Processo responsável pela <b>aplicação da camada de anti-reflexo nas lentes.</b>	Tonalidade diferente da estabelecida	Lente com cor diferente; Destratamento da lente	Falha da máquina	Solicitação no sistema do retoque para realização de serviço	8	5	3	120
		Mancha branca na lente	Lente fora dos padrões; Aumento do Lead time, envio para destratamento	Falta de limpeza da máquina	Solicitação no sistema do retoque para realização de serviço	6	6	6	216
		Mal funcionamento do PEPS	Atraso dos pedidos	Lentes desvinculadas das bandejas	Não há	3	8	8	192

**Quadro 39-** FMEA do processo de AR

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)



Como mostrado no Quadro 39, à falha “Mancha branca na lente” obteve maior RPN (2016), e seus índices se mantiveram com mesmo valor, o que não possui significado no cálculo do RPN, pois os índices são interpretados de forma diferente.

Assim o RPN foi obtido em decorrência do nível de severidade e detecção moderados, e com uma ocorrência não tão expressiva. Enquanto que a falha “Mal funcionamento do PEPS” como RPN (192) obteve índices de ocorrência e detecção altos, mas não foi classificado como falha severa.

#### **4.4.6 FMEA do processo de Controle de Qualidade Final**

O Quadro 40 expõe a elaboração do FMEA no processo de Aplicação do CQF, apresentando os tipos de falhas potenciais, efeitos das falhas potenciais, causas potenciais e se existem medidas de controle na empresa. Também, é realizado o cálculo do RPN para as falhas potenciais, através da multiplicação dos índices (S, O e D).

FMEA de Processo									
PROCESSO: <b>Controle de qualidade inicial</b>									
Data: _____									
folha: _____ S - Severidade O - Ocorrência D – Detecção									
Descrição do processo	Funções do Processo	Tipo ou Modo de Falha Potencial	Efeito de falha Potencial	Causa da Falha em Potencial	Controle Atuais	Índices			
						S	O	D	RPN
Processo foi descrito na sessão 4.1.5 desse trabalho.	Processo responsável pelas <b>verificações das lentes que finalizaram a etapa do tratamento AR.</b>	Liberação de lente com defeito	Cliente insatisfeito	Falta de atenção	Solicitação no sistema do retoque para realização de serviço	7	6	7	294
		Liberar lente em bandejas trocadas	Clientes insatisfeitos	Falta de atenção; Gravação errada no CQI	Solicitação de requisição de nova lente no sistema.	8	4	9	288
		Risco na lente	Aumento do <i>Lead time</i> , devido envio para destratamento	Limpeza incorreta	Solicitação no sistema do retoque para realização de serviço	6	5	5	150
		Desobediência da sequência das ordens de serviços	Atraso dos pedidos	Indisciplina no cumprimento do padrão. Falta de organização das bandejas	Não há	3	8	2	48

Quadro 40 - FMEA do processo do CQF

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Conforme o Quadro 40, a falha “Liberação de lentes com defeito” obteve o RPN (294), valor muito alto decorrente do impacto dessa falha no processo. A severidade é bem representativa, só não é maior porque a presença do defeito não torna a lente ineficiente, porém também não atende aos requisitos de qualidade.

A frequência com que ocorre é alta, e só não resulta em problemas maiores, porque a maior parte dos clientes não identifica o problema, tal como, a inspetora de qualidade, por isso a detecção obteve índice alto.

#### 4.5 IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DE FALHAS DO RPN DOS PROCESSOS CRÍTICOS

Diante dos que foi apresentado a atribuição dos índices de severidade, ocorrência e detecção, são multiplicados e resultaram no valor de RPN. Desta forma, foi identificado o PRN de cada falha dos processos. Partindo desses resultados a Tabela 1, mostra sinteticamente todos os valores de RPN calculados para as falhas potenciais e à proporção que cada tipo de falha representa.

**Tabela 1 - Relação de Modo ou Tipo de falha**

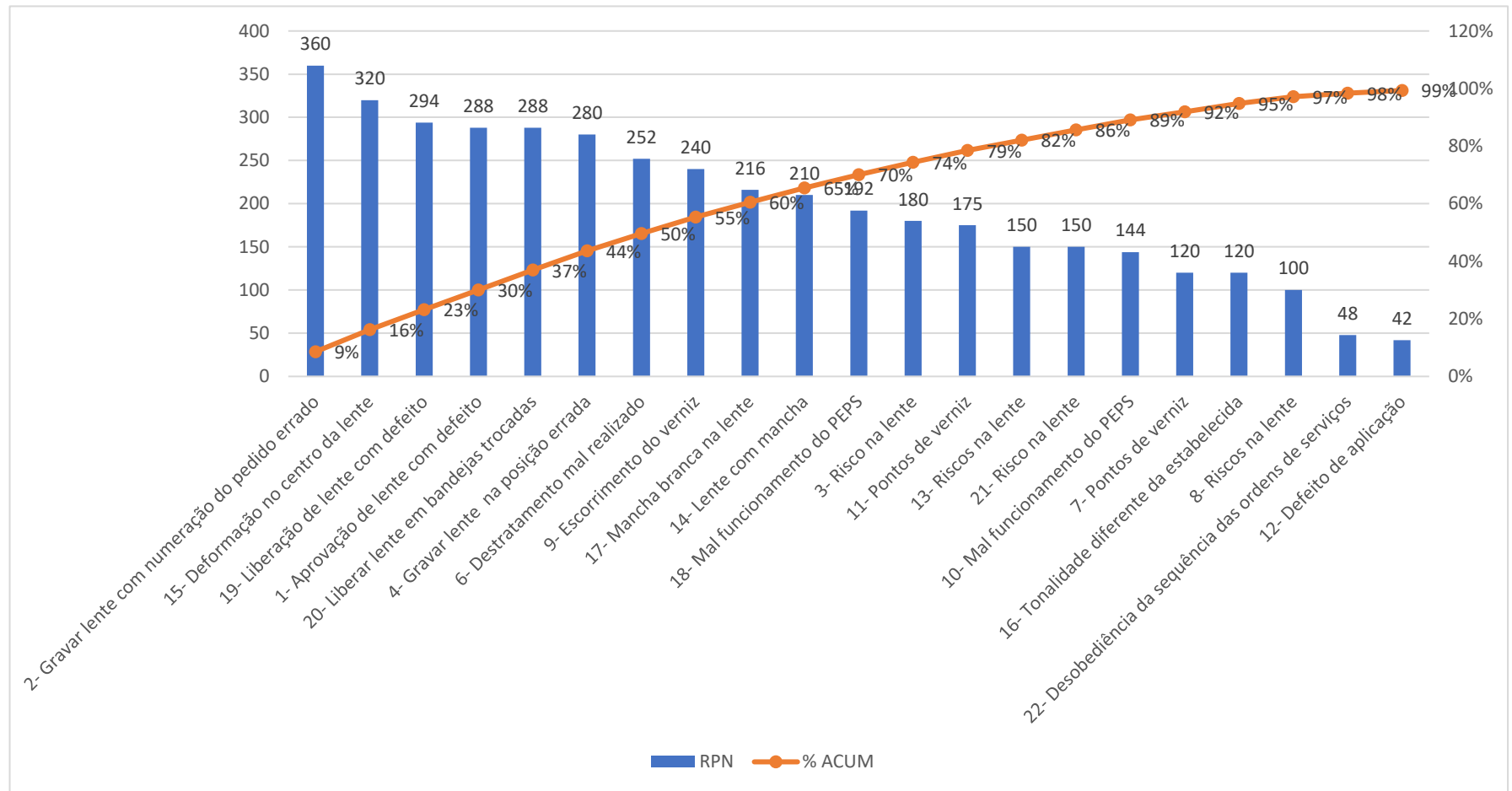
Processos	Nº do Modo ou Tipo de Falha	Modo ou Tipo de Falha	RPN	Valor Proporcional
CQI	1	Aprovação de lente com defeito	288	6,86%
	2	Gravar lente com numeração do pedido errado	360	8,58%
	3	Risco na lente	180	4,29%
	4	Gravar lente na posição errada	280	6,67%
	5	Desobediência da sequência das ordens de serviços	27	0,64%
Ari-Fab	6	Destratamento mal realizado	252	6,01%
	7	Pontos de verniz	120	2,86%
	8	Riscos na lente	100	2,38%
	9	Escorrimento do verniz	240	5,72%
	10	Mal funcionamento do PEPS	144	3,43%
AriS-Lab	11	Pontos de verniz	175	4,17%
	12	Defeito de aplicação	42	1,00%
	13	Riscos na lente	150	3,57%
	14	Lente com mancha	210	5,00%
	15	Deformação no centro da lente	320	7,63%

AR	16	Tonalidade diferente da estabelecida	120	2,86%
	17	Mancha branca na lente	216	5,15%
	18	Mal funcionamento do PEPS	192	4,58%
CQF	19	Liberação de lente com defeito	294	7,01%
	20	Liberar lente em bandejas trocadas	288	6,86%
	21	Risco na lente	150	3,57%
	22	Desobediência da sequência das ordens de serviços	48	1,14%
<b>TOTAL</b>			<b>4196</b>	<b>100,00%</b>

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Como identificado na Tabela 1, os valores do RPN variam de 27 a 360, e ainda são demonstrados os respectivos valores percentuais para cada modo de falha, tomando como referência a soma total de todos os RPN. Visto que muitas são as falhas potencias, se faz necessário a utilização de um método para identificar quais são os modos de falha mais críticos.

Como ferramenta determinante para a escolha dos modos de falha mais críticos, foi realizado um Gráfico de Pareto, como método de priorização dos modos de falha, como pode ser mostrado no Gráfico 1:

**Gráfico 1** – Gráfico de Pareto dos Modos ou Tipos de Falhas Potenciais

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Como demonstrado no Gráfico 1, as colunas azuis e o eixo vertical a esquerda são referentes aos valores do RPN dos Modos ou Tipos de Falhas potencias, enquanto que no eixo vertical direito e a curva de cor marrom representam os termos percentuais. E por fim, o eixo horizontal é a descrição dos Modos ou Tipos de falhas potencias, com seus números correspondentes, para facilitar a identificação de a qual processo pertence o modo de falha, pois há modos de falha com a mesma descrição, só que são de processos diferentes.

Partindo-se do princípio de Pareto de que 80% das consequências (problemas) advém de 20% das causas, é relevante priorizar o RPN obtido na medição dos fatores de SOD, na Tabela 1 e representados no Gráfico 1.

Assim o Quadro 41 associa as falhas referentes aos 80% as suas causas, a fim de determinar através da Tabela 2, as causas mais críticas.

Problema	RPN	Análise de Causas					
		Matéria-prima	Mão de obra	Máquina	Método	Medição	Meio ambiente
2	360	-	Falta de atenção	-	Falta de organização das bandejas	-	Local administrativo
15	320	Lentes com dioptrias negativas	Falta de atenção	Temperatura fixa	Falta de método alternativo	-	-
19	294	-	Falta de atenção	-	Padrões com tolerâncias flexíveis	-	Local administrativo
1	288	Lentes com defeito de fábrica	Falta de atenção	-	Padrões com tolerâncias flexíveis	-	Local administrativo
		Clientes com padrões diferentes					
20	288	-	Falta de atenção	-	Desenho incerto	-	-
4	280	-	Falta de atenção	-	Lente com marcação errada	-	-
					Gravar lente sem marcação		
					Diâmetro reduzido		
6	252	Falta de acompanhamento da troca da MP	Falta de atenção	Falha no controle de temperatura	Processo dependente de operador	Falta de acompanhamento documentado dos procedimentos	-
					Ausência de teste de procedimentos		
9	240	Lentes cortadas e furadas	-	Falta de manutenção preventiva	Procedimento de aplicação falho	Velocidade de processamento falha	-
		Verniz muito viscoso					
		Lentes do tipo "Topo reto"					
17	216	MP com irregularidade	Falha na limpeza da máquina	-	Não obedecer ao cronograma de limpeza	-	-
		MP de outro fornecedor					
14	210	-	Falha na limpeza da máquina	-	Lavagem falha	-	-
18	192	-	Desobediência na realização do PEPS	-	Dificuldade em identificar a sequência do PEPS	-	-
3	180	-	Falta de atenção	-	Manipular a lente inadequadamente	-	-

					Não realizar a troca do lenço de limpeza		
11	175	Lentes com defeito de fábrica	Falha na limpeza da lente	Falta de manutenção preventiva	Verificação falha	Altura de injeção baixa	Local com mínimo de poeira
		Verniz muito viscoso	Falha na limpeza da máquina				
		Verniz com impureza					
13	150	Lente com risco	Falha na limpeza da lente	-	Falha na limpeza da lente	-	-
					Manipular a lente inadequadamente		
21	150	-	Falta de atenção	-	Manipular a lente inadequadamente	-	-
					Não realizar a troca do lenço de limpeza		

**Quadro 41** – Relação das falhas e causas**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)



Para a análise do Quadro 41, a Tabela 2 foi feita para analisar as frequências das causas relacionadas as falhas.

**Tabela 2 – Ocorrências das falhas**

<b>Causa</b>	<b>Ocorrência</b>	<b>Freq. Absoluta</b>	<b>Freq. Acumulada</b>
Falta de atenção	9	15%	15%
Falha na limpeza da máquina	3	5%	20%
Falha na limpeza da lente	3	5%	25%
Local administrativo	3	5%	30%
Lentes com defeito de fábrica	2	3%	33%
Verniz muito viscoso	2	3%	37%
Falta de manutenção preventiva	2	3%	40%
Padrões com tolerâncias flexíveis	2	3%	43%
Manipular a lente inadequadamente	2	3%	47%
Não realizar a troca do lenço de limpeza	2	3%	50%
Lentes com dioptrias negativas	1	2%	52%
Clientes com padrões diferentes	1	2%	53%
Falta de acompanhamento da troca da MP	1	2%	55%
Lentes cortadas e furadas	1	2%	57%
Lentes do tipo "Topo reto"	1	2%	58%
MP com irregularidade	1	2%	60%
MP de outro fornecedor	1	2%	62%
Verniz com impureza	1	2%	63%
Lente com risco	1	2%	65%
Desobediência na realização do PEPS	1	2%	67%
Temperatura fixa	1	2%	68%
Falha no controle de temperatura	1	2%	70%
Falta de organização das bandejas	1	2%	72%
Falta de método alternativo	1	2%	73%
Desenho incerto	1	2%	75%
Lente com marcação errada	1	2%	77%
Gravar lente sem marcação	1	2%	78%
Diâmetro reduzido	1	2%	80%
Processo dependente de operador	1	2%	82%
Ausência de teste de procedimentos	1	2%	83%
Procedimento de aplicação falho	1	2%	85%
Não obedecer ao cronograma de limpeza	1	2%	87%
Lavagem falha	1	2%	88%
Dificuldade em identificar a sequência do PEPS	1	2%	90%
Verificação falha	1	2%	92%
Falta de acompanhamento da troca da MP	1	2%	93%
Falta de acompanhamento documentado dos procedimentos	1	2%	95%
Velocidade de processamento falha	1	2%	97%
Altura de injeção baixa	1	2%	98%
Local com mínimo de poeira	1	2%	100%
	60	100%	

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

Conforme apresentado no Quadro 41, a falha “Falta de atenção” obteve maior ocorrência, apresentando 15% do total, valor esse ficou evidenciado devido a análise, mas que já era possível identificar por ocorrer em maior parte dos subprocessos relacionado a mão-de-obra.

Assim como segunda maior ocorrência houve um empate entre as falhas, “Falha na limpeza da máquina”, “Falha na limpeza da lente” e “Local administrativo”, ambos totalizaram 5% das falhas analisadas. Portanto sendo duas relacionadas ao método, e a outra ao meio ambiente.

Portanto de acordo com o princípio de Pareto as 20% das causas estão relacionadas a falha de “falta de atenção”, e como houve um empate de 5% nas falhas “Falha na limpeza da máquina”, “Falha na limpeza da lente” e “Local administrativo”, significa que a “falta de atenção” em conjunto com uma das três resultam em 80% das falhas dos processos. Sendo assim, a busca de melhoria deve ser feita inicialmente em função dessas falhas.

Assim, a análise de melhoria deve ser feita em função dos processos críticos Identificados no Gráfico 1, relacionando as causas mais recorrentes que provocam o surgimento do problema.

#### 4.6 PROPOSTAS DE COMBATE DAS CAUSAS DE FALHAS DOS PROCESSOS CRÍTICOS

##### 4.6.1 Proposta de ações de melhoria no Processo de Controle de Qualidade Inicial

O Quadro 42 apresenta as propostas de ações que visam à eliminação ou redução da probabilidade de ocorrer falha no processo. Para o processo de CQI foram estabelecidas quatro falhas potenciais que apresentam RPN considerado crítico.

Falha	Causa Potencial	Propostas de Melhoria
Aprovação de lente com defeito	<b>Falta de atenção</b>	Criar <i>checklist</i> com possíveis defeitos a serem analisados, de modo que a verificadora se certifique de ter buscado todos os tipos de defeitos na lente;  Retirar o CQI da administração, relocando em área reservada.
Gravar lente com numeração do pedido errado	Falta de atenção no processo de gravação	Criar método padronizado para as etapas do CQI.

Risco na lente	<b>Limpeza inadequada da lente</b>	Realizar reciclagens dos métodos de limpeza, para que a funcionária se lembre da importância de subprocesso e qual a sua função nele.
Gravar lente na posição errada	Lentes sem marcação; ou marcada errada	Criar método padronizado para as etapas do CQI.

**Quadro 42** – Ações de melhoria no processo de CQI**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

#### 4.6.2 Proposta de ações de melhoria no Processo de Aplicação do anti-risco por imersão

O Quadro 43 apresenta as propostas de ações que visam à eliminação ou redução da probabilidade de ocorrer falha no processo. Para o processo de Aplicação do Ari-Fab foram estabelecidas duas falhas potenciais que apresentam RPN considerado crítico.

Falha	Causa Potencial	Ações de Melhoria
Destratamento mal realizado	Falta de acompanhamento do processo	Realizar reciclagens sobre funcionamento e importância desse subprocesso; Criar cronograma com testes a serem realizados para documentar os resultados; Criar planilhas de controle para acompanhamento dos testes; Formalizar métodos para cada tipo de lente
Escorrimento do verniz	Métodos não abrange todos os tipos de lente	Criar cronograma com testes a serem realizados e para documentar os resultados; Criar planilhas de controle para acompanhamento dos testes; Formalizar métodos para cada tipo de lente

**Quadro 43** - Ações de melhoria no processo de Aplicação do Ari-Fab**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

#### 4.6.3 Proposta de ações de melhoria no Processo de Aplicação do anti-risco Spin

O Quadro 44 apresenta as propostas de ações que visam à eliminação ou redução da probabilidade de ocorrer falha no processo. Para o processo de Aplicação do AriS-Lab foram estabelecidas três falhas potenciais que apresentam RPN considerado crítico.

Falha	Causa Potencial	Ações de Melhoria
Ponto de verniz	<b>Limpeza inadequada da lente</b>	Estabelecer padrões para a limpeza do ambiente; Realizar reciclagens sobre funcionamento e importância desse subprocesso

Lente com mancha	Falha na limpeza após retrabalho	Realizar reciclagens sobre funcionamento e importância desse subprocesso; Estudar o processo que está ocasionado o retrabalho
Deformação no centro da lente	Lente foi enviada para o processo de anti-risco errado	Criar um quadro ilustrativo, que apresente os tipos de lentes que não podem ser aplicadas no AriS-Lab; Anexar quando no CQI e AriS-Lab

**Quadro 44** - Ações de melhoria no processo de Aplicação do AriS-Lab

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

#### 4.6.4 Proposta de ações de melhoria no Processo de Aplicação anti-reflexo

O Quadro 45 apresenta as propostas de ações que visam à eliminação ou redução da probabilidade de ocorrer falha no processo. Para o processo de Aplicação do AR foram estabelecidas duas falhas potenciais que apresentam RPN considerado crítico.

Falha	Causa Potencial	Ações de Melhoria
Mancha branca na lente	<b>Falta de limpeza da máquina</b>	Criar planilha de acompanhamento da limpeza e manutenção da máquina
Mal funcionamento do PEPS	Lentes desvinculadas das bandejas	Estabelecer um cesto para pedidos urgentes/ atrasados; Estabelecer cestos com controle de 3 três dias, ou seja, as lentes serão separadas de acordo com a data, e as que pertencerem a uma sequência de 3 dias consecutivos serão alocadas no mesmo cesto, e assim analogamente para as outras datas. (Identificar cesto com datas)

**Quadro 45** - Ações de melhoria no processo de Aplicação do AR

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

#### 4.6.5 Proposta de ações de melhoria no Processo de Controle de Qualidade Final

O Quadro 42 apresenta as propostas de ações que visam à eliminação ou redução da probabilidade de ocorrer falha no processo. Para o processo de Aplicação do CQF foram estabelecidas duas falhas potenciais que apresentam RPN considerado crítico.

Falha	Causa Potencial	Ações de Melhoria
Liberação de lente com defeito	<b>Falta de atenção</b>	Criar <i>checklist</i> com possíveis defeitos a serem analisados, de modo que a verificadora se certifique de ter buscado todos os tipos de defeitos na lente

Liberar lente em bandejas trocadas	Falta de atenção; Gravação errada no CQI	Criar método com as sequências das etapas, ou seja, padronizar o subprocesso;  Treinamento para verificação de dioptria, para que se torne possível realizar a verificação óptica nas lentes cortadas, já que a demanda dessas lentes é menor, e a verificação confirma o vínculo da lente com a bandeja devido aos dados de dioptria.
------------------------------------	---	--

**Quadro 42** - Ações de melhoria no processo de Aplicação do CQF

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2018)

## 5 CONCLUSÃO

### 5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fim de atender as exigências do mercado óptico, nos fatores relacionados à qualidade e confiabilidade, foi estabelecida a necessidade de aplicar o FMEA nos processos do AR, visto que esse processo tem demanda de 60% dos pedidos do laboratório, e é onde se caracteriza maior descontentamento dos clientes.

O método FMEA exige que inicialmente se defina os subprocessos envolvidos na análise, tal como, as falhas e causas desses subprocessos, para que em fim a organização seja orientada a uma mudança de cultura, que permeia em atribuir ações de melhorias para inibir ou reduzir as falhas nos processos.

O presente trabalho foi orientado a desenvolver a ferramenta FMEA para responder como a metodologia poderia influenciar e ajudar o serviço de tratamento AR no laboratório óptico, aumentando assim sua confiabilidade. Portanto para atender o questionamento foi necessário seguir as seguintes etapas:

- Mapeamento do processo de Tratamento anti-reflexo;
- Mapeamento dos subprocessos que envolvem o Tratamento anti-reflexo;
- A definição das falhas e efeitos potenciais de cada subprocesso, através de sessões de *Brainstorming*;
- Aplicação da ferramenta do Diagrama de Causa e efeito, para determinar as causas potenciais das falhas;
- Aplicação da Metodologia FMEA nos processos;
- Cálculo do RPN para identificar os processos críticos;
- Uso de ferramentas auxiliares para propostas de melhoria dos processos críticos.

### 5.2 ALCANCE DOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O Quadro 47 representa a inter-relação dos objetivos esperados com o trabalho, e os resultados obtidos.

<b>Amplitude do Objeto</b>	<b>Resultado</b>	<b>Localização no Trabalho</b>
Descrever o fluxo dos processos, visando entender os processos que afetam a confiabilidade dos produtos e serviços da cadeia produtiva óptica;	Os processos descritos: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Controle de Qualidade Inicial;</li> <li>➤ Aplicação do anti-risco por imersão;</li> <li>➤ Aplicação do anti-risco <i>Spin</i>;</li> <li>➤ Aplicação do anti-reflexo</li> <li>➤ Controle de qualidade final.</li> </ul>	Capítulo 4 – Seção 4.1
Identificar às falhas dos processos, e seus efeitos potenciais, visando determinar às que geram riscos a confiabilidade dos processos;	Quadros com as falhas e seus efeitos para cada subprocesso.	Capítulo 4 – Seção 4.2
Identificar as causas das falhas dos processos, utilizado o Diagrama de Causa e Efeito para cada falha.	Com a utilização dos Diagramas de Ishikawa para os subprocessos do AR, foi reconhecida as causas potenciais das falhas;	Capítulo 4 – Seção 4.3
Mensurar o RPN dos processos que afetam a confiabilidade	A Metodologia do FMEA foi aplicada a todos os processos analisados;  O cálculo do RPN foi realizado nos Quadros 36 a 40.	Capítulo 4 – Seção 4.4
Identificar os processos críticos através do RPN.	Através do Diagrama de Pareto, Gráfico 1, foram identificados quais são os processos críticos a serem analisados.  Na Tabela 2 foram apontadas as causas que influenciam diretamente nas falhas.	Capítulo 5 – Seção 4.5
Propor ações para eliminar ou minimizar as causas das falhas dos processos críticos.	Quadros com propostas de melhorias para os processos críticos.	Capítulo 4 – Seção 4.6

**Quadro 47** – Objetivos alcançados**Fonte:** Adaptado de Silva (2016)

Conforme demonstrado no Quadro 47, os objetivos dessa pesquisa foram alcançados.

### 5.3 RECOMENDAÇÕES PARA EMPRESA

Durante a execução da metodologia FMEA muitas falhas foram identificadas no Laboratório de forma geral, destacando, falhas de natureza por falta de atenção nos processos em que os funcionários estão exercendo. Inclusive na aplicação do FMEA “falta de atenção” foi à causa de muitas falhas potenciais. Assim recomendo que a empresa faça análise e estudos para identificar o motivo dessa falha ser tão frequente em seus processos.

O outro ponto está relacionado ao processo de estudo desse trabalho, para que o FMEA seja sempre reanalisado e alimentado quando necessário, pois os resultados do RPN foram muito expressivos ao que já se esperava como importante. Assim para que o cliente continue a ter confiabilidade nos serviços e produtos é importante que se mantenha a qualidade em seus processos.

### 5.4 LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

As limitações encontradas para a pesquisa estão vinculadas à dificuldade em utilizar dados do sistema para confrontar ou comparar com as falhas determinadas no *Brainstorming*, pois a base de dados do sistema interno da empresa está muito generalizada. Outro fator está relacionado à falta de uma pessoa na equipe em que conhecesse realmente as máquinas envolvidas na análise.

Como sugestão de pesquisas futuras dentro da empresa, seria a contratação de um técnico específico da área de Tratamento AR, para dar mais condições de análises das falhas envolvidas no processo. Outra sugestão seria ampliar a aplicação da metodologia FMEA para todos os outros processos do Laboratório.



## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. Consolidando uma política industrial para o setor óptico. 2014. Disponível em: <[http://www.abdi.com.br/PublishingImages/Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20ABDI%20Abi%C3%B3ptica%2020\\_01\\_2014.pdf](http://www.abdi.com.br/PublishingImages/Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20ABDI%20Abi%C3%B3ptica%2020_01_2014.pdf)> . Acesso em: 10/04/2018.

ARAÚJO, L. C. G. **Organização, sistemas e métodos e as modernas ferramentas de gestão organizacional:** arquitetura organizacional, Benchmarking, Empowerment, gestão pela qualidade total, reengenharia. São Paulo: Atlas, 2001.

ARAÚJO, Luis César G. de **Gestão de processos:** melhores resultados e excelência organizacional. 2. ed. – São Paulo: Atlas, 2017.

BARBARÁ de Oliveira. (Org.) **Análise e modelagem de processos de negócio:** foco na notação BPMN (Business Process Modeling Notation). 1 ed. – 6. reimpr. – São Paulo: Atlas, 2013.

BARNES, Ralph Mosser, **Estudo de movimentos e de tempos;** projeto e medida do trabalho. 6 ed. São Paulo, Edgar Blücher, 1977.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade:** conceitos e técnicas. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

ESTORILIO, C.; POSSO, R. **Redução das irregularidades identificadas na aplicação do FMEA de processo:** Um estudo em produtos estampados. Revista científica eletrônica de Engenharia de produção, 2011.

FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e Manutenção Industrial.** Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2011.

LOBO, Renato Nogueirol. **Gestão da Qualidade.** 1.ed. -- São Paulo: Érica, 2010.

MENEZES, FELIPE MORAIS. **Metodologia de Análise e Solução de Problemas** – MASP. Projeto de Adensamento e Complementação no Âmbito do Mercosul- Capacitação do Quadro Técnico, Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), Porto Alegre, 2013.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações.** 2. ed. São Paulo, Cengage, Learning, 2012.

MULLER, Cláudio J. **Modelo de gestão integrando planejamento estratégico, sistemas de avaliação de desempenho e gerenciamento de processos** (MEIO – Modelo de Estratégia, Indicadores e Operações). 2003. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

OLIVEIRA, Otavio J. (Org.). **Gestão da qualidade:** Tópicos avançados. São Paulo: Cengage, Learning, 2004

OLIVEIRA, Otávio de. **Gestão da qualidade, higiene e segurança na empresa**. São Paulo, SP: Cengage, 2016.

PALADY, Paul. **FMEA Análise dos Modos de Falha e Efeito**: Prevendo e prevenindo problemas antes que ocorram. Led. São Paulo: IMAM, 1997.

PEINADO, J.; GRAEML, Alexandre R. **Administração da Produção**: operações industriais e de serviços. 1 ed. Curitiba: UnicenP, 2007.

PIECHNICKI, Ademir Stefano. **Proposta de um Método de Análise e Solução de Perdas**. XI Simpósio de Excelência em Gestão de Tecnologia: SEGeT, 2014.

FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2011.

ROSA, L. de Cantorski; GARRAFA, M. Análise dos Modos de falha e efeitos na otimização dos fatores de produção no cultivo agrícola: subprocesso colheita da canola. **Gestão & Produção**, São Carlos, v.16, n.1, p.63-73, jan./mar. 2009.

SLACK, Nigel, et al. **Gerenciamento de Operações e de Processos**: Princípios e práticas de impacto estratégico. 2ª ed. Porto Alegre, Bookman, 2013.

SLACK, Nigel; JOHNSTON, Robert; CHAMBERS, Stuart. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TOLEDO, J. C.; AMARAL, D. C. FMEA – Análise do Tipo e Efeito de Falha. GEPEQ – Grupo de Estudo e Pesquisa em Qualidade, Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), 2006.

SOUZA, Celso Correia *et al.* O uso do método PDCA e de ferramentas das qualidade na gestão da agroindústria no Estado de Mato Grosso do Sul. **Revista Agrarian**, Dourados, v.5, n.15, p. 75/83, 2012.

**6 motivos para investir em uma franquia de óptica**. 2018. Disponível em: <<http://www.abioptica.com.br/6-motivos-para-investir-em-uma-franquia-de-optica/>> Acesso em: 11/05/2018.

## ANEXO 1 -

Emissão: 29/06/2018 11:16

Página no.: 1

## Mapa de Perdas (Qtde Pares) por Período de 01/01/2018 a 30/05/2018

Impressão dos Produtos		Visualização = Por Qtde Pares					
Tipo = Retoque / Retificação / Requisição Interna / Requisição Externa		Agrupado Por Célula					
Célula	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Total
1 - ESTOQUE	27,50	22,00	44,00	19,50	24,00	0,00	137,00
2 - SUPERFÍCIE	165,50	162,00	222,00	208,50	188,50	0,00	942,50
3 - TRATAMENTO	30,50	18,00	12,00	21,50	17,50	0,00	99,50
4 - MONTAGEM	26,00	20,00	55,00	27,50	38,00	0,00	164,50

## ANEXO 2

Emissão: 29/06/2018 11:14							Página no.: 1
Célula = 3 - TRATAMENTO Visualização = Por Qtd Pares Agrupado por Célula							Impressão dos Produtos Tipo = Retoque / Retificação / Requisição Interna / Requisição Externa
Mapa de Perdas por Ocorrência por Qtde. Pares - Período 01/01/2018 a 31/05/2018							
2018/2018	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Total	%
Célula: 3 - TRATAMENTO							
8 - QUEBRA	1,50	0,00	1,00	0,00	0,00	2,50	2,51
20 - PROBLEMA NO TRATAMENTO	22,50	15,00	9,00	16,50	9,50	72,50	72,88
22 - PONTOS TRATAMENTO	2,00	0,00	0,00	1,00	5,00	8,00	8,04
23 - CAIU DENTRO MAQUINA ANTR	1,50	3,00	0,50	1,50	1,50	8,00	8,04
24 - DESCASCOU O AR	3,00	0,00	1,50	2,50	1,50	8,50	8,54
Sub-Total	30,50	18,00	12,00	21,50	17,50	99,50	100,00
TOTAL MENSAL	30,50	18,00	12,00	21,50	17,50	99,50	100,00